

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60896-11

Première édition
First edition
2002-12

Batteries stationnaires au plomb –

Partie 11:

Batteries au plomb du type ouvert –

Prescriptions générales et méthodes d'essai

Stationary lead-acid batteries –

Part 11:

Vented types –

General requirements and methods of tests



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60896-11:2002

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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60896-11

Première édition
First edition
2002-12

Batteries stationnaires au plomb –

Partie 11:

Batteries au plomb du type ouvert –

Prescriptions générales et méthodes d'essai

Stationary lead-acid batteries –

Part 11:

Vented types –

General requirements and methods of tests

© IEC 2002 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

R

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application et objet	8
2 Référence normatives	8
3 Définitions	10
4 Résistance mécanique	10
5 Niveaux d'électrolyte	10
6 Réserve d'électrolyte	10
7 Capacité	12
8 Aptitude au fonctionnement en batterie flottante	12
9 Endurance	14
10 Conservation de la charge	14
11 Courant de court-circuit et résistance interne	16
12 Précision des appareils de mesure	16
13 Conditionnement des éléments et batteries	18
14 Essai de capacité	18
15 Essai d'aptitude au fonctionnement en batterie flottante	22
16 Endurance en cycles décharge-charge	24
17 Endurance en surcharge	24
18 Essai de conservation de charge	26
19 Détermination du courant de court-circuit et de la résistance interne	26
20 Séquences d'essais recommandées	30
21 Marquage d'un élément ou batterie	30
22 Informations à porter sur l'emballage des éléments ou monoblocs	32
23 Informations recommandées pour le local de la batterie	32
24 Marquage des polarités	32
Annexe A (informative) Recommandations d'essai	34
Figure 1 – Caractéristique de décharge $U = f(I)$	28
Figure 2 – Exemple de circuit d'essai	30
Tableau 1 – Séquences recommandées pour les essais de type	30
Tableau A.1 – Recommandations d'essai en fonction de l'utilisation des batteries stationnaires	36
Tableau A.2 – Recommandations des essais à appliquer suivant les types d'éléments ou batteries stationnaires	38

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 Definitions	11
4 Mechanical strength	11
5 Electrolyte levels	11
6 Electrolyte reserve	11
7 Capacity	13
8 Suitability for floating battery operation	13
9 Endurance	15
10 Charge retention	15
11 Short-circuit current and internal resistance	17
12 Accuracy of measuring instruments	17
13 Preparation of cells and batteries for testing	19
14 Capacity test	19
15 Test of suitability for floating battery operation	23
16 Endurance in discharge-charge cycles	25
17 Endurance in overcharge	25
18 Charge retention test	27
19 Short-circuit current and internal resistance determination	27
20 Test sequence	31
21 Cell and battery markings	31
22 Information to be included on the cell or monobloc package	33
23 Recommended information for the battery room	33
24 Marking of polarity	33
Annex A (informative) Recommended tests	35
Figure 1 – Discharge characteristic $U = f(I)$	29
Figure 2 – Typical test circuit	31
Table 1 – Test sequence recommended for type tests	31
Table A.1 – Recommended use of tests for stationary battery applications	37
Table A.2 – Recommended use of tests appropriate to types of stationary cells and batteries	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BATTERIES STATIONNAIRES AU PLOMB –

Partie 11: Batteries au plomb du type ouvert – Prescriptions générales et méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60896-11 a été établie par le comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Cette première édition de la CEI 60896-11 annule et remplace la CEI 60896-1 (première édition) parue en 1987 et ses amendements 1 (1988) et 2 (1990), dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/572/FDIS	21/579/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

STATIONARY LEAD-ACID BATTERIES –**Part 11: Vented types –
General requirements and methods of tests**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60896-11 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

This first edition of IEC 60896-11 cancels and replaces IEC 60896-1 (first edition) published in 1987 and its amendments 1 (1988) and 2 (1990), and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
21/572/FDIS	21/579/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annex A is for information only.

La présente norme constitue la partie 11 de la CEI 60896, présentée sous le titre général *Batteries stationnaires au plomb*. A la date de la publication de cette partie, les parties suivantes étaient déjà publiées ou sur le point de l'être:

- Partie 11: *Batteries au plomb du type ouvert – Prescriptions générales et méthodes d'essai* (cette partie)
- Partie 21: *Batteries étanches à soupapes – Caractéristiques fonctionnelles et méthodes d'essai*¹.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. 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 60896-11:2002

¹ A publier. Cette norme remplacera la CEI 60896-2:1995, *Batteries stationnaires au plomb – Prescriptions générales et méthodes d'essai – Partie 2: Batteries étanches à soupape*.

This standard constitutes part 11 of the IEC 60896 series, published under the general title *Stationary lead acid batteries*. At the time of the publication of this part, the following parts had already been published or were in the process of being published:

- Part 11: *Vented types – General requirements and methods of tests* (this part)
- Part 21: *Valve regulated types – Functional characteristics and methods of test* ¹.

The committee has decided that this publication remains valid until 2008. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60896-11:2002

¹ To be published. This standard will replace IEC 60896-2:1995, *Stationary lead-acid batteries – General requirements and methods of test – Part 2: Valve regulated types*.

BATTERIES STATIONNAIRES AU PLOMB –

Partie 11: Batteries au plomb du type ouvert – Prescriptions générales et méthodes d'essai

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60896 est applicable aux éléments et batteries au plomb destinés à être exploités dans des installations à poste fixe (c'est-à-dire qui ne sont pas en règle générale prévus pour être déplacés) et connectés en permanence à une charge et à une source de courant continu. Les batteries opérant dans ces conditions sont dénommées «batteries stationnaires».

Tous les types et toutes les constructions d'éléments ou de batteries au plomb peuvent être utilisés pour des applications de batteries stationnaires. La présente Partie 11 de la CEI 60896 n'est applicable qu'aux éléments et batteries au plomb du type ouvert.

La présente norme a pour objet de définir les prescriptions générales et les principales caractéristiques, ainsi que les méthodes d'essai correspondantes, relatives à tous les types et à tous les modes de construction des batteries stationnaires au plomb, à l'exception des types à soupape.

Des recommandations sur l'utilisation des essais pour les applications de batteries stationnaires sont données dans le Tableau A.1.

Des recommandations relatives aux types d'éléments ou de cellules pour l'utilisation des essais sont données dans le Tableau A.2.

Il convient que les déclarations et indications relatives aux performances de base, fournies par les fabricants, soient établies en relation avec ces essais.

Les essais peuvent aussi être utilisés comme essais d'homologation de type.

2 Référence normative

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 60050-151, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

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

CEI 60359, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

CEI 60417 (toutes les parties), *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

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

STATIONARY LEAD-ACID BATTERIES –

Part 11: Vented types –

General requirements and methods of tests

1 Scope and object

This part of IEC 60896 is applicable to lead-acid cells and batteries which are designed for service in fixed locations (i.e. not habitually to be moved from place to place) and which are permanently connected to the load and to the d.c. power supply. Batteries operating in such applications are called “stationary batteries”.

Any type or construction of lead-acid battery may be used for stationary battery applications. This part 11 of the standard is applicable to vented types only.

The object of this standard is to specify general requirements and the main characteristics, together with corresponding test methods associated with all types and construction modes of lead-acid stationary batteries, excluding valve-regulated types.

Recommendations on the use of tests for stationary battery application are given in Table A.1.

Recommendations relating the type of cell or monobloc to the use of tests are given in Table A.2.

Statements and claims of basic performance data by the manufacturer shall correspond to those tests.

The tests may also be used for type qualification.

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(151), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

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

IEC 60359, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60417 (all parts), *Graphical symbols for use on equipment*

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

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60896, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

réserve d'électrolyte

volume d'électrolyte entre le niveau d'indication minimal et le niveau d'indication maximal

3.2

capacité assignée

C_{rt}

quantité d'électricité indiquée par le fabricant, qu'un accumulateur est capable de fournir dans des conditions spécifiées après charge complète. Cette valeur est généralement exprimée en ampères-heures (voir VEI 486-03-22).

3.3

capacité nominale

C_{nom}

quantité d'électricité approchée appropriée, utilisée pour identifier la capacité d'un accumulateur. Cette valeur est généralement exprimée en ampères-heures (voir VEI 486-03-21).

3.4

endurance

aptitude d'un élément ou d'une batterie à fonctionner et supporter des utilisations dans des conditions définies pendant une durée de temps minimale ou une utilisation répétée

4 Résistance mécanique

Les éléments ou batteries stationnaires doivent être aptes à résister aux efforts mécaniques dus à des opérations normales de transport et de manutention.

La résistance aux séismes, si celle-ci est exigée, doit être traitée de manière spécifique.

5 Niveaux d'électrolyte

5.1 Chaque élément doit être équipé d'un dispositif indiquant le niveau minimal et le niveau maximal d'électrolyte dans l'élément.

5.2 Dans le cas de bacs réalisés en matériau translucide, le niveau minimal et le niveau maximal doivent être indiqués sur la paroi du bac.

5.3 Dans le cas de bacs réalisés en matériau opaque, une jauge indiquant la position du niveau de l'électrolyte par rapport au niveau minimal et au niveau maximal doit être prévue.

6 Réserve d'électrolyte

6.1 La réserve d'électrolyte (voir 3.1), conjointement avec la construction de la batterie et le procédé de charge utilisé, détermine la fréquence des vérifications en vue d'un réajustement du niveau d'électrolyte des éléments.

6.2 Dans le cas de batteries prévues pour le fonctionnement en batterie flottante (voir 8.1), la réserve d'électrolyte minimale se trouve spécifiée au point d) de 8.2.

3 Definitions

For the purposes of the present part of IEC 60896, the following definitions apply.

3.1

electrolyte reserve

volume of electrolyte between minimum and maximum level indication

3.2

rated capacity

C_{rt}

quantity of electricity, declared by the manufacturer, which a cell or battery can deliver under specified conditions after a full charge. This value is usually expressed in ampere-hours (see IEC 486-03-22)

3.3

nominal capacity

C_{nom}

suitable approximate quantity of electricity used to identify the capacity of a cell or battery. This value is usually expressed in ampere-hours (see IEC 486-03-21)

3.4

endurance

ability of a cell or battery to function and withstand operations under specified conditions for a minimum period of time or repeated application thereof

4 Mechanical strength

Stationary cells or batteries shall be designed to withstand mechanical stresses during normal transportation and handling.

Resistance to earthquakes, if required, shall be particularly specified.

5 Electrolyte levels

5.1 Each cell shall be equipped with a device to indicate the minimum and maximum electrolyte levels.

5.2 For containers made of translucent material, the minimum and maximum levels shall be indicated on the container wall.

5.3 For containers made of an opaque material, a gauge shall be provided indicating the position of the electrolyte level in relation to the minimum and maximum levels.

6 Electrolyte reserve

6.1 The electrolyte reserve (see 3.1), together with the battery design and the charging method used, governs the frequency of inspections for electrolyte level readjustments.

6.2 For batteries in float operation (see 8.1) the minimum electrolyte reserve is specified in Item d) of 8.2.

7 Capacité

(Essai, voir Article 14).

7.1 La caractéristique essentielle d'un élément ou d'une batterie stationnaire est sa capacité d'accumulation de l'énergie électrique. Cette capacité, exprimée en ampères-heures (Ah), varie selon les conditions d'utilisation (le courant et la tension de décharge, ainsi que la température).

Les valeurs recommandées de t sont:

$$t = 240 \text{ h}, 20 \text{ h}, 10 \text{ h}, 8 \text{ h}, 5 \text{ h}, 3 \text{ h}, 2 \text{ h}, 1 \text{ h}, 0,5 \text{ h}.$$

De ces différentes valeurs de C_{rt} , une valeur peut être choisie et déclarée comme capacité assignée C_{rt} (voir 3.2).

7.2 Les valeurs les plus fréquemment utilisées de t sont comprises entre 10 h et 3 h. Pour ces valeurs, la tension finale (tension d'arrêt en fin de décharge) doit être $U_f = 1,80 \text{ V}$ par élément (sauf en cas de valeur différente recommandée par le fabricant ou exigée par l'utilisateur). Pour des régimes de décharge différents, la valeur recommandée de la tension U_f doit être celle fixée par les normes nationales ou spécifiée par le fabricant simultanément avec la valeur de la capacité assignée C_{rt} ou simultanément avec les données caractérisant les performances particulières (voir 7.5).

7.3 La valeur du courant de décharge correspondant à la capacité assignée C_{rt} à la température de référence choisie de 20°C ou 25°C est:

$$I_{rt} = C_{rt} / t \quad (\text{A})$$

jusqu'à la tension finale U_f , conformément à 7.2.

7.4 La capacité réelle C_a doit être déterminée par décharge d'un élément ou d'une batterie complètement chargé, conformément à l'Article 14. La valeur obtenue doit être utilisée pour vérifier la capacité assignée C_{rt} fixée par le fabricant, ou pour le contrôle de l'état d'une batterie au bout d'une longue période de service.

7.5 La détermination de la capacité réelle C_a en conformité avec l'Article 14 pourra aussi être employée pour vérifier les données de performance particulières indiquées par le fournisseur. Dans ce cas, le courant I_{rt} indiqué en 14.4 doit être remplacé par le courant particulier correspondant aux données de performance en question.

8 Aptitude au fonctionnement en batterie flottante

(Essai, voir Article 15)

8.1 Batteries stationnaires principalement utilisées en tant que batteries flottantes

Une batterie utilisée en tant que batterie flottante se voit appliquer en permanence aux bornes une tension constante U_{f10} suffisante pour maintenir la batterie dans un état proche de la charge complète; une telle batterie est destinée à alimenter un circuit dont l'alimentation normale en énergie peut être défailante. L'aptitude à ce type de fonctionnement doit être vérifiée par un essai effectué sur des éléments ou sur des batteries.

Les batteries qui ne sont pas prévues pour un fonctionnement en batterie flottante habituel (par exemple, en cas d'accumulation de l'énergie solaire) ne seront pas soumises aux essais suivant les méthodes décrites dans l'Article 15.

7 Capacity

(Test, see Clause 14).

7.1 The essential characteristic of a stationary cell or battery is its capacity for the storage of electric energy. This capacity, expressed in ampere-hours (Ah) varies with the conditions of use (discharge current and voltage, and temperature).

The recommended t -values are:

$$t = 240 \text{ h}, 20 \text{ h}, 10 \text{ h}, 8 \text{ h}, 5 \text{ h}, 3 \text{ h}, 2 \text{ h}, 1 \text{ h}, 0,5 \text{ h}.$$

From these various C_{rt} values one value may be selected and declared as rated capacity C_{rt} (see 3.2).

7.2 The most commonly used values of t are between 10 h and 3 h. For these, the final voltage (end-of-discharge voltage) shall be $U_f = 1,80 \text{ V}$ per cell (unless otherwise recommended or requested by the manufacturer or user). For other discharge rates, the recommended value of U_f shall be set by national standards or shall be stated by the manufacturer together with the value of C_{rt} or together with the particular performance data (see 7.5).

7.3 The discharge current corresponding to the rated capacity C_{rt} at the chosen reference temperature 20°C or 25°C is:

$$I_{rt} = C_{rt} / t \quad (\text{A})$$

to the final discharge voltage U_f in accordance with 7.2.

7.4 The actual capacity C_a shall be determined by discharging a fully charged cell or battery in accordance with Clause 14. The resultant value shall be used for comparison with the rated capacity C_{rt} stated by the manufacturer, or for control of the state of a battery after long periods of service.

7.5 The determination of the actual capacity C_a in accordance with Clause 14 may also be used for comparison with particular performance data indicated by the supplier. In this case the current I_{rt} in 14.4 shall be substituted by the particular current corresponding to the relevant performance data.

8 Suitability for floating battery operation

(Test, see Clause 15).

8.1 Stationary batteries are mainly used in floating operation

A battery in floating operation has a constant voltage U_{flo} , permanently applied to its terminal which is sufficient to maintain it in a state close to full charge and is intended to supply a circuit whose normal power supply may fail. Suitability for this operation shall be checked by a test carried out on cells or on batteries.

Batteries which are not in true floating operation (for example, solar power storage) should not be qualified according to the test method described in Clause 15.

8.2 Batteries utilisées de façon permanente en tant que batteries flottantes

Les batteries utilisées de façon permanente en tant que batteries flottantes, conformément à l'Article 15, doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

- a) les masses volumiques d'électrolyte doivent rester, dans tous les éléments, à l'intérieur des limites spécifiées;
- b) les tensions des éléments individuels doivent rester à l'intérieur des limites spécifiées;

NOTE Dans certains cas de batteries de construction monobloc, la tension des éléments individuels ne peut pas être mesurée. Dans ce cas, il convient d'effectuer le contrôle de l'uniformité en se fondant sur la tension des unités monobloc individuelles.

- c) au bout d'une période de six mois, la capacité réelle C_a , correspondant à une décharge réalisée suivant l'Article 14, doit être au moins égale à la capacité assignée C_{rt} ;
- d) au bout d'une période de six mois, la perte de l'électrolyte ne doit pas dépasser 50 % du volume de l'électrolyte entre le niveau minimal et le niveau maximal. Le volume entre le niveau minimal et le niveau maximal doit être accessible pour le fabricant.

9 Endurance

Voir la définition 3.4.

En fonction de la batterie et du système d'application, un essai d'endurance basé sur un cyclage décharge-charge ou sur une surcharge doit être réalisé.

9.1 Endurance en cyclage

L'endurance en cyclage décharge-charge doit faire l'objet d'essais conformément à l'Article 16 où des décharges fréquentes de batteries sont rencontrées soit en raison d'un choix délibéré d'application opérationnelle soit à cause d'une fréquente indisponibilité de puissance de ligne.

L'exigence minimale de l'essai doit être de deux unités soumises à 50 cycles chacune ($N = 100$ cycles) avant d'avoir des chutes de capacité en dessous de $0,95 C_{10}$ où C_{10} est la capacité nominale à 10 h-nominales.

Eventuellement le fabricant peut fixer le nombre de cycles à $C_a = 0,8 \cdot C_{10}$.

9.2 Endurance en surcharge

L'endurance en surcharge doit être essayée conformément à l'Article 17 où l'on est amené à rencontrer des modes de défaut relatifs à la surcharge naturelle due par exemple à la corrosion de grilles, du groupe de barres ou de bornes de batteries, soit à cause de la température ambiante élevée, pauvre en régulation tension flottante, soit en raison de circonstances similaires.

L'exigence minimale de l'essai doit être de six périodes de 720 h chacune avant d'avoir des chutes de capacité en dessous de $0,8 C$ où C est la capacité assignée à 1 h à une tension nominale U_f comme définie à l'Article 7.

10 Conservation de la charge

Bien que, dans la plupart des cas, les batteries stationnaires se trouvent soumises à une charge permanente, il est utile d'établir leur faculté de conserver la charge à l'aide d'un essai pour les cas où la batterie peut se trouver déconnectée électriquement, soit de façon normale, soit accidentellement.

8.2 Batteries operating in continuous floating operation

Batteries operating in continuous floating operation according to Clause 15 shall meet the following requirements:

- a) the electrolyte densities shall remain within specified limits in all cells;
- b) the individual cell voltages shall remain within specified limits;
NOTE In some batteries with monobloc design the voltage of individual cells cannot be measured. In those cases the assessment of uniformity should be made with the voltage of individual monobloc units.
- c) after a period of six months the actual capacity C_a on discharge according to Clause 14 shall be at least equal to C_{rt} ;
- d) after a period of six months the loss of electrolyte shall not exceed 50 % of the volume between the minimum and maximum levels. The volume between the minimum and maximum levels shall be available from the manufacturer.

9 Endurance

See definition 3.4.

Depending on the battery and system application an endurance test based on discharge-charge cycles or an overcharge shall be carried out.

9.1 Endurance in cycles

The endurance in discharge-charge cycles shall be tested according to Clause 16 where frequent discharges of the battery are to be encountered due either to a deliberate choice of operational application or to frequent power-line outages.

The minimum requirement of the test shall be two sets of 50 cycles each ($N = 100$ cycles) before capacity drops below $0,95 \cdot C_{10}$ where C_{10} is the rated capacity at the 10 h-rate

Optionally, the manufacturer may state the number of cycles as $C_a = 0,8 \cdot C_{10}$.

9.2 Endurance in overcharge

The endurance in overcharge shall be tested according to Clause 17 where natural overcharge related potential failure modes such as corrosion of grids, plate group bars or terminals of the battery are to be encountered due either to high ambient temperatures, poor float voltage regulation or similar.

The minimum requirement of the test shall be six periods of 720 h each before the capacity drops below $0,8 C$ where C is the rated capacity at the 1 h rate to U_f as defined in Clause 7.

10 Charge retention

Although, in the majority of cases, stationary batteries are on permanent charge, it is useful to establish their capability to retain charge by means of a test for cases where the battery may become electrically disconnected either normally or accidentally.

La conservation de la charge doit être déterminée conformément à l'Article 18 et exprimée comme C_R = pourcentage de la capacité initiale C_a .

La valeur minimale de C_R doit être conforme à la norme de produit qui s'applique ou aux indications fournies par le fabricant.

11 Courant de court-circuit et résistance interne

Ces caractéristiques sont utiles pour effectuer des calculs sur la sécurité et la protection des dispositifs, exigés dans certaines installations.

Les valeurs du courant de court-circuit I_{sc} (A) et la résistance interne R_i (Ω), si requises, doivent être indiquées par le fabricant. Ces valeurs doivent être déterminées conformément à l'Article 19.

12 Précision des appareils de mesure

12.1 Appareils électriques de mesure

12.1.1 Calibre des appareils

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

Pour les instruments analogiques, cela implique que les lectures soient faites dans le dernier tiers de la graduation.

Tous les autres appareils de mesure peuvent être utilisés, à condition qu'ils assurent une précision équivalente.

12.1.2 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 k Ω /V (voir la CEI 60051 ou la CEI 60485).

12.1.3 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 doivent être d'une classe de précision de 0,5 ou meilleure (voir la CEI 60051 ou se référer à la CEI 60359).

12.2 Mesure de la température

Le contrôle des températures doit être effectué en utilisant des thermomètres ayant une étendue de mesure appropriée et dans laquelle la valeur de chaque division de l'échelle graduée n'est pas supérieure à 1 °C. La précision absolue des appareils doit être d'au moins 1 °C.

12.3 Mesure de la masse volumique de l'électrolyte

Le contrôle de la masse volumique de l'électrolyte doit être effectué en utilisant des densimètres appropriés ou d'autres appareils pourvus d'une échelle graduée, chaque division ayant une valeur non supérieure à 5 kg/m³. La précision absolue des appareils doit être d'au moins 5 kg/m³.

The charge retention shall be determined according to Clause 18 and expressed as C_R = per cent of the initial capacity C_a .

The minimum value C_R shall be in accordance with the applicable product standard or as indicated by the manufacturer.

11 Short-circuit current and internal resistance

These characteristics are useful for safety and equipment-protection calculations required in some installations.

The values of the short-circuit current I_{sc} (A) and the internal resistance R_i (Ω), if required, shall be indicated by the manufacturer. These values shall be determined according to Clause 19.

12 Accuracy of measuring instruments

12.1 Electrical measuring instruments

12.1.1 Ranges of measuring devices

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

For analogue instruments this implies that 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.

12.1.2 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 k Ω /V (see IEC 60051 or IEC 60485).

12.1.3 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 (see IEC 60051 or refer to IEC 60359).

12.2 Temperature measurement

For measuring temperature, thermometers shall be used having a suitable measuring range in which the value of each graduated division is not in excess of 1 °C. The absolute accuracy of the instruments shall be at least 1 °C.

12.3 Electrolyte density measurement

For measuring electrolyte densities, hydrometers or other instruments 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 instruments shall be at least 5 kg/m³.

12.4 Mesure du temps

Pour mesurer le temps, la précision des instruments doit être de ± 1 % ou meilleure.

13 Conditionnement des éléments et batteries

13.1 Les éléments ou batteries doivent être mis en service selon les instructions du fabricant (par exemple lors de l'activation des batteries chargées sèches).

13.2 Tous les essais doivent être effectués sur des éléments ou batteries neufs et complètement chargés.

13.3 Les éléments ou batteries sont considérés comme complètement chargés, soit:

- a) lorsque, au cours d'une charge à courant constant, la tension et la masse volumique de l'électrolyte relevées ne montrent pas de variations supérieures à la tolérance des appareils de mesure, pendant une période de 2 h, compte tenu des variations de température de l'électrolyte; soit
- b) lorsque, au cours d'une charge à tension constante, le courant et la masse volumique de l'électrolyte relevés ne montrent pas de variations supérieures à la tolérance des appareils de mesure, pendant une période de 2 h, compte tenu des variations de température de l'électrolyte, sauf spécification contraire du fabricant.

13.4 Dans chaque élément, le niveau d'électrolyte doit être ajusté au niveau maximal, conformément à 4.1. La masse volumique de l'électrolyte doit alors être comprise dans les tolérances indiquées par le fabricant pour la masse volumique nominale.

13.5 La pureté de l'eau utilisée pour compléter les niveaux ainsi que celle de l'électrolyte doivent être conformes aux prescriptions du fabricant.

14 Essai de capacité

14.1 Les éléments ou les batteries doivent être conditionnés selon l'Article 13.

14.2 Afin de faciliter les relevés de température dans une batterie, il y a lieu de choisir un élément pilote par groupe de six éléments pour les batteries de 100 éléments ou moins, et un élément pilote par groupe de 10 éléments pour les batteries de plus de 100 éléments; l'ensemble des éléments sélectionnés étant considéré comme représentatif des températures moyennes de la batterie.

14.3 Les températures de l'électrolyte dans chaque élément pilote doivent être relevées immédiatement avant de procéder à la décharge. Les températures individuelles relevées doivent être comprises entre 15 °C et 30 °C.

La température moyenne initiale ν est calculée comme la moyenne arithmétique des valeurs individuelles. La température ambiante doit être maintenue entre 15 °C et 30 °C.

NOTE Il est souhaitable que la température moyenne initiale de l'électrolyte ν et la température ambiante soient aussi proches que possible de la température de référence de 20 °C ou 25 °C.

14.4 Dans un délai de 1 h à 24 h après la fin de la charge, les éléments ou les batteries doivent être soumis à une décharge sous un courant I_{rt} (voir 7.3).

La valeur de ce courant doit être maintenue constante avec une tolérance de ± 1 % durant toute la décharge. Durant celle-ci, des ajustements manuels peuvent devenir nécessaires. Dans ce cas, des variations du courant de décharge sont tolérées, à condition qu'elles restent à l'intérieur des limites de ± 5 % de la valeur spécifiée.

12.4 Time measurement

For measurement of time, the instruments' accuracy shall be $\pm 1\%$ or better.

13 Preparation of cells and batteries for testing

13.1 Cells and batteries shall be put into service in accordance with the manufacturer's instructions (for example, in the activation of dry charged batteries).

13.2 All tests shall be carried out on new and fully charged cells or batteries.

13.3 The cells or batteries are considered as fully charged when either

- a) during charging at constant current, the observed voltage and electrolyte density do not show any change beyond the tolerance of the measuring instruments, during a period of 2 h, taking into account changes in the temperature of the electrolyte, or
- b) during charging at constant voltage, the observed current and electrolyte density do not show any change beyond the tolerance of the measuring instruments, during a period of 2 h, taking into account changes in the temperature of the electrolyte unless otherwise specified by the manufacturer.

13.4 In each cell the electrolyte shall be adjusted to the maximum level, as in 4.1. The electrolyte density shall then be in the range of tolerances quoted by the manufacturer for the nominal electrolyte density.

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

14 Capacity test

14.1 The cells or the battery shall be prepared in accordance with Clause 13.

14.2 In order to facilitate temperature readings on a battery, one pilot cell is selected per group of six cells for batteries of 100 cells or less, and per group of 10 cells for batteries of more than 100 cells; the total of the selected cells being considered as representative of the average temperature of the battery.

14.3 The electrolyte temperature of each pilot cell shall be read immediately prior to discharge. The individual readings shall be between 15 °C and 30 °C.

The average initial temperature ν is calculated as the arithmetic mean of the individual values. The ambient temperature shall be maintained between 15 °C and 30 °C.

NOTE It is desirable that the average initial electrolyte temperature ν and the ambient temperature is as near to the chosen reference temperature of 20 °C or 25 °C as practically possible.

14.4 Within 1 h to 24 h after the end of charging, the cells or the battery shall be subjected to a discharge current I_{rt} (see 7.3).

This current shall be maintained constant within $\pm 1\%$ throughout the whole discharge time. During discharging manual adjustments may be necessary. In these circumstances deviations of the discharge current shall be tolerated, provided they are within $\pm 5\%$ of the specified value.

14.5 La tension entre les bornes des éléments ou des batteries doit être soit relevée automatiquement en fonction du temps, soit mesurée à l'aide d'un voltmètre (voir 12.1.2). Dans ce dernier cas, les valeurs de la tension doivent être notées au moins à 25 %, 50 % et 80 % de la durée de décharge calculée:

$$t = \frac{C_{rt}}{I_{rt}} \quad (h)$$

et ensuite à des intervalles appropriés, ce qui permet la détection du passage à la tension finale U_f .

14.6 La décharge doit être discontinuée quand la tension a atteint la valeur

$$n \times U_f \quad (V)$$

où n représente le nombre d'éléments (voir aussi 7.2).

La durée de la décharge doit être notée.

L'essai doit être terminé quand la tension moyenne est atteinte ou lorsqu'un élément ou un monobloc a atteint une tension $U = U_f - 200 \text{ mV}_{pc}$ ou, dans le cas de monoblocs avec n éléments, $U = U_f - \sqrt{n} \times 200 \text{ mV}$.

NOTE 1 Dans le cas d'un essai d'homologation de type sur des éléments individuels, la tension de décharge est mesurée sur les bornes, en incluant une pièce d'interconnexion des éléments.

NOTE 2 D'autres limitations peuvent être appliquées aux tensions des éléments lors de l'essai de capacité, après accord entre fabricant et utilisateur.

14.7 La capacité mesurée C (Ah) à la température moyenne initiale v est égale au produit de l'intensité du courant de décharge (en ampères) et de la durée de décharge (en heures).

14.8 Si la température moyenne initiale v (voir 14.3) est différente de la température de référence (20 °C ou 25 °C), la capacité mesurée doit être corrigée à l'aide de l'équation suivante, afin d'obtenir la capacité réelle C_a à la température de référence choisie de 20 °C ou 25 °C:

$$C_{a20\text{ °C}} = C / [1 + \lambda (v - 20\text{ °C})] \quad \text{Ah}$$

ou

$$C_{a25\text{ °C}} = C / [1 + \lambda (v - 25\text{ °C})] \quad \text{Ah}$$

La valeur du coefficient λ , doit être de 0,006, pour une décharge d'une durée inférieure à 3 h, et 0,01 pour une décharge d'une durée supérieure.

NOTE Pour convertir la capacité $C_{a20\text{ °C}}$ en capacité $C_{a25\text{ °C}}$ cette valeur est divisée par un facteur 0,97. Pour convertir la capacité $C_{a25\text{ °C}}$ en capacité $C_{a20\text{ °C}}$ cette valeur est multipliée par un facteur 0,97.

14.9 Les éléments ou la batterie doivent être rechargés conformément à l'Article 13.

14.5 The voltage between the terminal of the cells or the battery shall either be recorded automatically against time or taken by readings from a voltmeter (see 12.1.2). In the latter case, readings shall be made at least at 25 %, 50 % and 80 % of the calculated discharge time:

$$t = \frac{C_{rt}}{I_{rt}} \quad (h)$$

and then at suitable time intervals, which permits the detection of the transition to the final discharge voltage U_f .

14.6 The discharge shall be discontinued when the voltage has reached the value

$$n \times U_f \quad (V)$$

where n is the number of cells (see 7.2).

The discharge time shall be noted.

The test shall be terminated when the average voltage is reached or a cell or monobloc has reached a voltage of $U = U_f - 200 \text{ mV}_{pc}$ or, in the case of monoblocs with n cells, $U = U_f - \sqrt{n} \times 200 \text{ mV}$.

NOTE 1 In the case of a type-qualification test on single cells, the discharge voltage is measured across the terminals including one intercell connector arrangement.

NOTE 2 By agreement between manufacturer and user, additional limitations may be applied to the cell voltages for the capacity test.

14.7 The measured capacity C (Ah) at the initial average temperature v is calculated as the product of the discharge current (in amperes) and the discharge time (in hours).

14.8 If the initial average temperature v (see 14.3) is different from the reference temperature (20 °C or 25 °C), the measured capacity shall be corrected by means of the following equation to obtain the actual capacity C_a at the chosen reference temperature of 20 °C or 25 °C:

$$C_{a20\text{ °C}} = C / [1 + \lambda (v - 20\text{ °C})] \quad \text{Ah}$$

or

$$C_{a25\text{ °C}} = C / [1 + \lambda (v - 25\text{ °C})] \quad \text{Ah}$$

The coefficient λ shall be taken as 0,006 for discharge slower than the 3 h rate, and 0,01 with discharges with faster rates.

NOTE To convert the $C_{a20\text{ °C}}$ capacity to the $C_{a25\text{ °C}}$ capacity its value is divided by the factor of 0,97. To convert the $C_{a25\text{ °C}}$ capacity to the $C_{a20\text{ °C}}$ capacity its value is multiplied by the factor of 0,97.

14.9 The cells or the battery shall be recharged in accordance with Clause 13.

14.10 Une batterie neuve étant déchargée et rechargée à plusieurs reprises, suivant les paragraphes 14.3 à 14.9, doit fournir au moins

$C_a = 0,95 C_{rt}$ au premier cycle

$C_a = C_{rt}$ au cinquième cycle

sauf accord particulier entre fabricant et utilisateur.

15 Essai d'aptitude au fonctionnement en batterie flottante

15.1 L'essai doit être réalisé sur un groupe d'au moins six éléments ou sur une batterie complète, ayant préalablement subi l'essai de capacité conformément à l'Article 14 et ayant atteint une capacité réelle C_a au moins égale à la capacité assignée C_{rt} .

15.2 Les éléments ou la batterie doivent être maintenus à une température ambiante comprise entre 15 °C et 25 °C. La température moyenne doit être aussi proche que possible de la température de référence de 20 °C. La surface supérieure des éléments (bouchons) doit être maintenue propre et sèche durant tout l'essai.

15.3 Les éléments ou la batterie essayés doivent être soumis à une charge flottante permanente sous une tension U_{f10} spécifiée par le fabricant, en volts, et comprise entre les valeurs typiques de

$$(2,14 \text{ à } 2,25(\pm 0,01)) \times n;$$

où n est le nombre d'éléments dans la batterie essayée.

La valeur de la tension initiale de chaque élément individuel (mesurée aux bornes) doit être notée.

15.4 Tous les trois mois, il y a lieu de mesurer et de noter la tension et la masse volumique de l'électrolyte de chaque élément. Il y a lieu de noter également le niveau d'électrolyte entre les repères du niveau maximal et du niveau minimal de chaque élément.

Un élément doit être considéré comme défaillant si entre deux relevés consécutifs

- la variation de la tension est supérieure à la valeur recommandée par le fabricant et/ou
- si la variation de la masse volumique de l'électrolyte est supérieure à la valeur recommandée par le fabricant.

15.5 Un élément défaillant qui, après une charge d'égalisation conforme aux instructions du fabricant, retrouve la masse volumique et la tension initiale, est toléré et doit être essayé de nouveau. L'élément doit être définitivement éliminé de l'essai si des différences de masse volumique ou de tension réapparaissent après une nouvelle période d'essai.

15.6 Après six mois de fonctionnement en batterie flottante, les éléments ou la batterie doivent être soumis à un essai de capacité selon les paragraphes 14.3 à 14.9.

15.7 Lors des essais d'homologation de type, aucun élément ne doit se révéler défaillant durant la période des six mois. Lors d'essais prolongés, les éléments défectueux peuvent être remplacés par le fabricant, et les essais doivent être poursuivis durant une nouvelle période de six mois; aucun élément ne doit se révéler défaillant au cours de cette nouvelle période.

14.10 A new battery being repeatedly discharged and charged in accordance with 14.3 to 14.9 shall supply at least

$C_a = 0,95 C_{rt}$ at the first cycle

$C_a = C_{rt}$ at the fifth cycle.

unless otherwise agreed between manufacturer and user.

15 Test of suitability for floating battery operation

15.1 The test shall be carried out on a group of at least six cells or on a complete battery, having undergone the capacity test in accordance with Clause 14 and found to have an actual capacity C_a of at least C_{rt} .

15.2 The cells or the battery shall be kept at an ambient temperature between 15 °C and 25 °C. The average temperature shall be as close to the reference temperature 20 °C as is practically possible. The upper surface of the cells (lids) shall be kept clean and dry throughout the test.

15.3 The cells or the battery under test shall be submitted to a permanent floating charge at a voltage U_{flo} , in volts, specified by the manufacturer in the range of typically

$(2,14 \text{ to } 2,25(\pm 0,01)) n$;

where n is the number of cells of the battery.

The initial voltage of each individual cell (across the terminals) shall be noted.

15.4 After intervals of three months, the voltage and the electrolyte density of each cell is measured and noted. Also the position of the electrolyte levels between the maximum and minimum marks of each cell is noted.

A cell shall be considered faulty if between two consecutive readings

- the variation of the voltage is greater than the value recommended by the manufacturer, and/or
- the variation of the electrolyte density is greater than the value recommended by the manufacturer.

15.5 A faulty cell which, after equalisation charge according to the manufacturer's instructions, recovers to the initial density and voltage, is tolerated and shall be tested again. The cell shall be definitively excluded from the test if differences in density or voltage recur after a new test period.

15.6 After six months of battery floating operation, the cells or battery shall be subjected to a capacity test as in 14.3 to 14.9.

15.7 In type-qualification tests, no cell shall be proven defective during the period of six months. For longer term tests, defective cells may be replaced by the manufacturer and the test shall be continued for another period of six months; no one cell shall be defective during this second six-month period.

16 Endurance en cycles décharge-charge

16.1 L'essai doit être effectué sur des éléments dont la capacité réelle C_a mesurée selon l'Article 14 est au moins égale à 100 % de C_{rt} .

16.2 Pendant l'essai, les éléments doivent être maintenus à une température ambiante comprise entre 15 °C et 25 °C. La température moyenne doit être aussi proche que possible de la température de référence de 20 °C.

16.3 Les éléments doivent être raccordés à un dispositif qui les soumet à une série continue de cycles; chaque cycle comprend:

- a) une décharge de 3 h à un courant de $I = 2,0 \times I_{10}$ (A), maintenu constant à ± 1 %, ou

$$I_{10} = \frac{C_{10}}{10}$$

dans laquelle

I est exprimé en ampères, et

C est exprimé en ampères-heures.

- b) une charge qui succède immédiatement à la décharge pendant une période de 21 h à la tension de $(2,40 \pm 0,01)$ V par élément, le courant de début de charge étant, si nécessaire, limité à $I_{\max} = 2,0 \times I_{10}$ sauf spécification contraire du fabricant.

Ce régime correspond à un cycle par jour.

16.4 Si le niveau d'électrolyte se rapproche de la marque minimale, de l'eau purifiée doit être ajoutée aux éléments.

16.5 Après une série de $N = 50$ cycles (= 1 unité), la capacité des éléments doit être mesurée selon les termes de 14.2 à 14.9.

16.6 Les éléments doivent ensuite être soumis à une nouvelle série de 50 cycles selon les termes de 16.3 à 16.5.

16.7 Si la performance annoncée est le nombre N de cycles jusqu'à une capacité résiduelle $C_a = 0,8 C_{10}$, la procédure de 16.3 à 16.5 doit être poursuivie jusqu'à ce que la capacité réelle C_a soit devenue plus faible que $0,8 C_{10}$.

17 Endurance en surcharge

17.1 L'essai doit être réalisé sur six éléments ou monoblocs qui, une fois essayés conformément à l'Article 14, se trouvent avoir une capacité réelle C_a d'au moins 100 % C_{rt} (C_{rt} avec $t = 1$ h à $U_f = 1,60$ V).

17.2 Pendant l'essai, les éléments ou monoblocs doivent être maintenus à une température ambiante comprise entre 25 °C et 30 °C.

17.3 Les éléments ou monoblocs doivent être connectés à une source de courant et être surchargés avec un courant constant de $I = 0,2 I_{10} \pm 1$ % (par exemple 2 A pour 100 Ah C_{10} à $U_f = 1,80$ V et 20 °C).

Les éléments et monoblocs doivent être interconnectés en utilisant un connecteur normalisé utilisé dans les installations de batteries effectives. L'élément ouvrant doit être fermé avec un indicateur de niveau d'électrolyte approprié, des prises de ventilation, une barrière anti-flammes ou similaire.

16 Endurance in discharge-charge cycles

16.1 The test shall be carried out on cells which, when tested in accordance with Clause 14, are found to have an actual capacity C_a of at least 100 % C_{rt} .

16.2 Throughout the test, the cells shall be maintained at an ambient temperature between 15 °C and 25 °C. The average temperature shall be as close to the reference temperature 20 °C as is practically possible.

16.3 The cells shall be connected to a device where they undergo a continuous series of cycles, each one comprising

a) a discharge for 3 h at a current of $I = 2,0 \times I_{10}$ (A), maintained constant within ± 1 %, where

$$I_{10} = \frac{C_{10}}{10}$$

where

I is in amperes, and

C is in ampere-hour.

b) a charge, immediately following the discharge, for 21 h at a voltage of $(2,40 \pm 0,01)$ V per cell, the current at the beginning of the charge being, where necessary, limited to $I_{\max} = 2,0 \times I_{10}$, unless otherwise recommended by the manufacturer.

This schedule corresponds to one cycle per day.

16.4 Purified water shall be added to the cells if the electrolyte level approaches the minimum mark.

16.5 After a series of $N = 50$ cycles (= 1 unit) the cells shall undergo a capacity test in accordance with 14.2 to 14.9.

16.6 Then the cells shall undergo another series of 50 cycles according to 16.3 to 16.5.

16.7 If the performance is stated as the number N of cycles to a residual capacity $C_a = 0,8 C_{10}$ then the procedure of 16.3 to 16.5 shall be continued until the actual capacity C_a has dropped below $0,8 C_{10}$.

17 Endurance in overcharge

17.1 The test shall be carried out on six cells or monoblocs which, when tested in accordance with Clause 14, are found to have an actual capacity C_a of at least 100 % C_{rt} (C_{rt} with $t = 1$ h to $U_f = 1,60$ V).

17.2 Throughout the test, the cells or monoblocs shall be maintained at an ambient temperature between 25 °C and 30 °C.

17.3 The cells or monoblocs shall be connected to a source of current and be overcharged with a constant current of $I = 0,2 I_{10} \pm 1$ % (for example, 2 A for 100 Ah C_{10} to $U_f = 1,80$ V and 20 °C).

The cells and monoblocs shall be interconnected using standard connector used in actual battery installations. The cell opening shall be closed with the appropriate electrolyte level indicators, vent plugs, flame barriers or similar.

17.4 De l'eau purifiée doit être rajoutée dans les éléments si le niveau d'électrolyte se rapproche de la marque minimale.

17.5 Après 720_{-0}^{+72} h (= 1 unité), les éléments et monoblocs doivent avoir un niveau d'électrolyte ajusté sur le niveau maximal et supporter alors un essai de capacité effectué conformément aux paragraphes 14.2 à 14.9 avec les valeurs suivantes :

$t = 1$ h ;

taux de décharge de $U_f = 1,60$ V, et

température d'électrolyte comprise entre 25 °C et 30 °C.

La capacité réelle C_a doit être enregistrée et corrigée en fonction de la température de référence appropriée (20 °C ou 25 °C).

17.6 Après recharge, les éléments et monoblocs doivent supporter une autre série de 720_{-0}^{+72} h de surcharge.

17.7 La procédure décrite dans les paragraphes 17.3 à 17.5 doit être poursuivie jusqu'à ce que la capacité réelle C_a corrigée en fonction de la température ait chuté en dessous de $0,8 C_{rt}$ (C_{rt} avec $t = 1$ h à $U_f = 1,60$ V) après deux périodes consécutives de 720 h. Le nombre de cycles de surcharge réalisés (voir 9.2) doit être rapporté comme le nombre entier de cycles effectués avant que la capacité réelle C_a corrigée en fonction de la température n'atteigne pour la seconde fois une valeur inférieure à $0,8 C_{rt}$.

18 Essai de conservation de charge

18.1 Après avoir subi l'essai de capacité assignée suivant l'Article 14 et obtenu une capacité réelle C_a , au moins égale à la capacité assignée C_{rt} , les éléments ou batteries doivent être conditionnés conformément à l'Article 13. La surface supérieure des éléments (couvercles) doit être maintenue propre et sèche durant tout l'essai.

18.2 Les éléments ou batteries doivent être laissés au repos sans circuit connecté, durant une période de 90 jours au cours de laquelle la température moyenne de l'électrolyte doit être maintenue à (20 ± 2) °C. Pendant ce temps, la température maximale de l'électrolyte ne doit pas dépasser 25 °C et sa température minimale ne doit pas être inférieure à 15 °C.

18.3 Après 90 jours de conservation sans circuit connecté, les éléments ou batteries doivent être soumis à un essai de capacité conforme aux paragraphes 14.2 à 14.9. La capacité mesurée doit être corrigée suivant l'équation donnée en 14.8 pour obtenir C'_a .

18.4 La capacité conservée C_R , exprimée en pourcentage est égale à

$$C_R = \frac{C'_a}{C_a} \times 100 \quad (\%)$$

19 Détermination du courant de court-circuit et de la résistance interne

19.1 L'essai doit être effectué sur au moins les trois éléments qui, après avoir été soumis à un essai de capacité conformément à l'Article 14, présentent une capacité égale à C_a , ou au moins à C_{rt} .

17.4 Purified water shall be added to the cells if the electrolyte level approaches the minimum mark.

17.5 After 720_{-0}^{+72} h (= 1 unit) the cells and monoblocs shall have the electrolyte level adjusted to the maximum level and then undergo a capacity test in accordance with 14.2 to 14.9 with the following values:

- $t = 1$ h;
- discharge rate to $U_f = 1,60$ V;
- electrolyte temperature between 25 °C and 30 °C .

The actual capacity C_a shall be recorded and corrected to the appropriate reference temperature (20 °C or 25 °C).

17.6 After recharge the cells and monoblocs shall undergo another series of 720_{-0}^{+72} h of overcharge.

17.7 The procedure of 17.3 to 17.5 shall be continued until the temperature corrected actual capacity C_a has dropped below $0,8 C_{rt}$ (C_{rt} with $t = 1$ h to $U_f = 1,60$ V) after two consecutive 720 h periods. The number of overcharge units achieved (see 8.2) shall be reported as the number completed before the second time the temperature corrected actual capacity C_a was found to be below $0,8 C_{rt}$.

18 Charge retention test

18.1 After having undergone the rated capacity test in accordance with Clause 14, and having obtained an actual capacity C_a , at least equal to the rated capacity C_{rt} , the cells or batteries shall be prepared according to Clause 13. The upper surface of the cells (lids) shall be kept clean and dry throughout the test.

18.2 The cells or batteries shall be allowed to remain without a connected circuit for a period of 90 days, during which time the average temperature of the electrolyte shall be maintained at $(20 \pm 2)\text{ °C}$. During this time, the maximum electrolyte temperature shall not exceed 25 °C , and the minimum shall be not less than 15 °C .

18.3 After 90 days of storage without a circuit, the cells or batteries shall undergo a capacity test in accordance with 14.2 to 14.9. The measured capacity shall be corrected in accordance with the equation in 14.8 to obtain C'_a .

18.4 The charge retained C_R , expressed as a percentage, is equal to

$$C_R = \frac{C'_a}{C_a} \times 100 \quad (\%)$$

19 Short-circuit current and internal resistance determination

19.1 The test shall be carried out on a minimum of three cells which, after submission to the capacity test in accordance with Clause 14, have been found to have a capacity C_a , or at least C_{rt} .

19.2 After preparation in accordance with Clause 13, the cells or batteries shall be placed in a chamber at the appropriate ambient temperature until the temperature of the electrolyte reaches $(20 \pm 2)\text{ °C}$.

19.2 Après conditionnement suivant l'Article 13, les éléments ou batteries doivent être placés dans une pièce à une température ambiante appropriée jusqu'à ce que la température de l'électrolyte atteigne $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

19.3 La caractéristique de décharge $U = f(I)$ doit alors être établie en déterminant deux de ses points de la manière suivante:

19.3.1 Premier point (U_1, I_1)

Après 20 s de décharge à un courant $I_1 = 4 I_{10} \dots 6 I_{10}$ (A), la tension et le courant sont relevés et donnent le premier point.

La décharge doit être interrompue au plus tard après 25 s; sans recharge et après un isolement de 2 min à 5 min, le second point est déterminé.

19.3.2 Second point (U_2, I_2)

Après 5 s de décharge à un courant $I_2 = 20 I_{10} \dots 40 I_{10}$ (A), la tension et le courant sont relevés et donnent le second point.

19.4 La caractéristique $U = f(I)$ est extrapolée linéairement à $U = 0$ (V). Le point d'intersection avec l'axe de courant indique le courant de court-circuit I_{sc} . La résistance interne R_i peut également être déterminée.

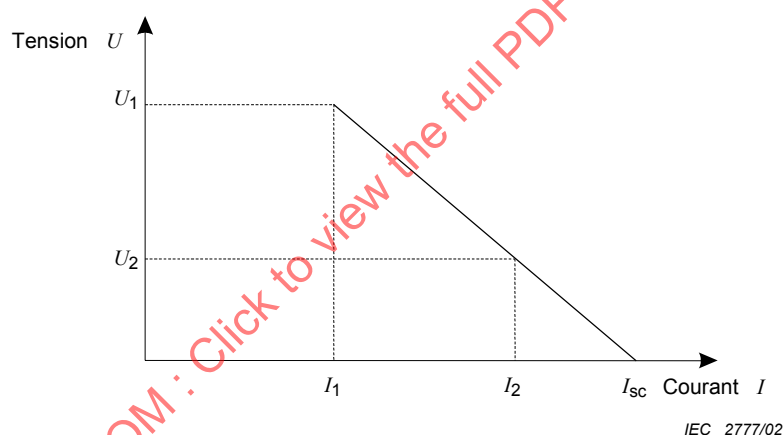


Figure 1 – Caractéristique de décharge $U = f(I)$

D'après la Figure 1, on a:

$$I_{sc} = \frac{U_1 I_2 - U_2 I_1}{U_1 - U_2} \quad \text{A}$$

$$R_i = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} \quad \Omega$$

NOTE 1 La tension sera mesurée sur les bornes à la sortie du couvercle de chaque élément ou monobloc afin de garantir qu'aucune chute de tension externe ne perturbe l'essai. Un exemple de circuit d'essai est donné à la Figure 2.

Les valeurs de courant de court-circuit et de résistance interne obtenues dans cet essai se réfèrent à des éléments ou monoblocs seuls. Cependant, il faut prendre en considération les connexions entre éléments ou monoblocs pour le calcul de la résistance interne ou du courant de court-circuit d'une batterie complète.

NOTE 2 Cette méthode d'essai fournit des informations pour des conditions expérimentales stabilisées; elle ne fournit pas d'indication sur les réactions dynamiques qui ont lieu, par exemple, au cours des premières millisecondes d'un court-circuit. Les résultats des essais ont une précision qui est de l'ordre de $\pm 10\%$.

NOTE 3 Dans le cas d'un élément très large, les valeurs de I_r et de S_{cc} peuvent être dérivées du plus petit élément ayant la même taille de plaque et le même type.

19.3 The discharge characteristic $U = f(I)$ shall then be established by determining two of its points in the following way.

19.3.1 First point (U_1, I_1)

After 20 s discharge at a current $I_1 = 4 I_{10} \dots 6 I_{10}$ (A) the voltage and current are read and give the first point.

The discharge shall be interrupted after 25 s maximum; without recharging and, after an open-circuit stand of 2 min to 5 min, the second point is determined.

19.3.2 Second point (U_2, I_2)

After 5 s discharge at a current $I_2 = 20 I_{10} \dots 40 I_{10}$ (A) the voltage and current are read and give the second point.

19.4 The characteristic $U = f(I)$ is linearly extrapolated to $U = 0$ (V). The intercept indicates the short-circuit current I_{sc} . The internal resistance (R_i) may also be determined.

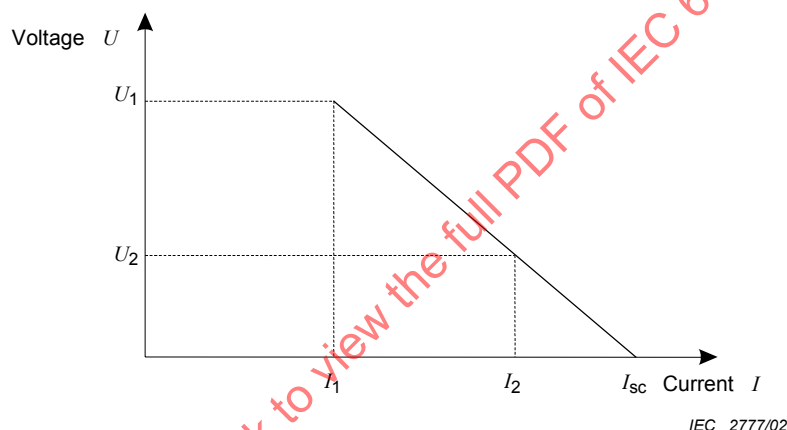


Figure 1 – Discharge characteristic $U = f(I)$

From Figure 1, it follows that

$$I_{sc} = \frac{U_1 I_2 - U_2 I_1}{U_1 - U_2} \quad \text{A}$$

$$R_i = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} \quad \Omega$$

NOTE 1 The voltage is measured at the terminals at the outlet of each cell or monobloc in order to ensure that no external voltage drop interferes with the test. A typical test circuit is shown in Figure 2.

The values of short-circuit current and internal resistance obtained in this test refer to a single cell or monobloc. However, the resistance of intercell connections has to be taken into account when calculating the short-circuit current and internal resistance for a complete battery.

NOTE 2 This test method provides information in stabilized test conditions and does not indicate dynamic reactions occurring, for example, during the first few milliseconds of a short circuit. The results of this test have an accuracy which is of the order of 10 %.

NOTE 3 In the case of very large cells the I_r and S_{cc} value can be derived from smaller cells having the same plate size and type

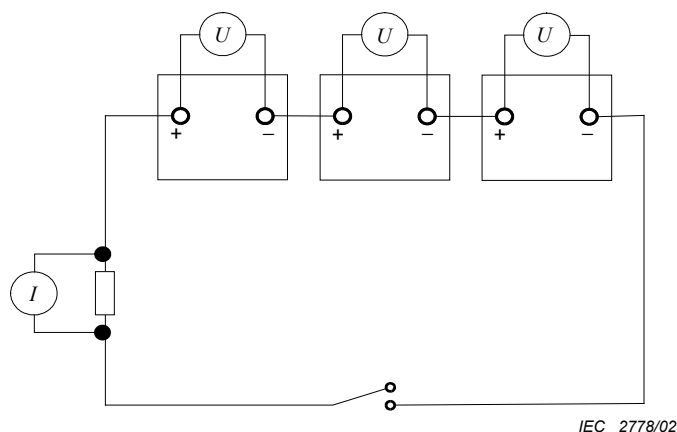


Figure 2 – Exemple de circuit d'essai

20 Séquences d'essais recommandées

20.1 Pour les essais de type, les séquences d'essais mentionnées ci-dessous sont recommandées. Un nombre minimal d'échantillons de six éléments ou monoblocs est recommandé par lot.

Tableau 1 – Séquences recommandées pour les essais de type

Essais	Lots		
	1	2	3
Essai de capacité (Article 14)	X	X	X
Essai d'aptitude au fonctionnement en batterie flottante (Article 15)	X		
Essai d'endurance en cycles décharge-charge (Article 16) ou Essais d'endurance en surcharge (Article 17)		X	
Essai de conservation de charge (Article 18)			X
Détermination du courant de court-circuit et de la résistance interne (Article 19)			X
NOTE La séquence exacte peut être déterminée par le fabricant.			

20.2 Si un essai d'acceptation est demandé par l'acheteur; il est recommandé que les résultats de cet essai revêtent la forme utilisée pour l'essai de capacité selon l'Article 14.

21 Marquage d'un élément ou batterie

Les informations suivantes doivent être marquées de manière permanente sur les éléments ou monoblocs:

- tension;
- référence produit du fabricant ou du fournisseur;
- capacité, avec indication du régime exprimé sous forme de courant ou de temps de décharge, à la température de référence choisie;
- nom du fabricant ou du fournisseur;
- densité de l'électrolyte (pour une batterie complètement chargée, à la température de référence choisie);
- date de fabrication (mois et année).

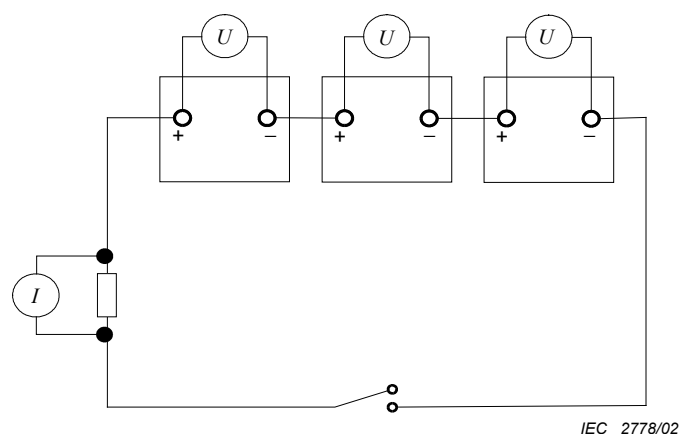


Figure 2 – Typical test circuit

20 Test sequence

20.1 For type tests the following test sequences are recommended. A minimum of six cells or monoblocs is recommended per series.

Table 1 – Test sequence recommended for type tests

Tests	Series		
	1	2	3
Capacity test (Clause 14)	X	X	X
Test of suitability for battery floating operation (Clause 15)	X		
Endurance test in discharge-charge cycles (Clause 16) or Endurance test in overcharge (Clause 17)		X	
Charge retention test (Clause 18)			X
Short-circuit current and internal resistance determination (Clause 19)			X
NOTE The exact sequence can be determined by the manufacturer.			

20.2 If an acceptance test is requested by the purchaser, then it is recommended that this should take the form of a capacity test according to Clause 14.

21 Cell and battery markings

The following information shall be permanently marked on the cell or monobloc:

- voltage;
- manufacturer's or supplier's type reference;
- capacity, with an indication of the rating expressed as a current or as time of discharge, at the chosen reference temperature;
- manufacturer's or supplier's name;
- electrolyte density (fully charged at the chosen reference temperature);
- date of manufacture (month and year).