

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60254-1

Troisième édition
Third edition
1997-03

Batteries de traction au plomb –

**Partie 1:
Prescriptions générales et méthodes d'essai**

Lead-acid traction batteries –

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60254-1: 1997

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60254-1

Troisième édition
Third edition
1997-03

Batteries de traction au plomb –

**Partie 1:
Prescriptions générales et méthodes d'essai**

Lead-acid traction batteries –

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

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application et objet.....	6
1.2 Références normatives	6
2 Caractéristiques fonctionnelles.....	6
2.1 Capacité	6
2.2 Conservation de charge	8
2.3 Aptitude à la décharge rapide.....	8
2.4 Endurance en cycles	8
3 Conditions générales d'essais	8
3.1 Précision des instruments de mesure	8
3.2 Préparation et entretien des éléments ou des batteries d'essai	10
3.3 Définition d'un élément ou d'une batterie complètement chargé(e).....	12
4 Procédure d'essais.....	12
4.1 Ordre d'exécution des essais.....	12
4.2 Essai de capacité.....	12
4.3 Essai de conservation de charge.....	14
4.4 Essai d'aptitude à la décharge rapide.....	14
4.5 Essai d'endurance en cycles.....	16
5 Valeurs spécifiques.....	18
5.1 Densité d'énergie.....	18
6 Procédures d'essais pour batteries de traction de véhicules routiers légers	20
6.1 Capacité de 1 h.....	20
6.2 Performances en décharge dynamique.....	22
6.3 Endurance dynamique.....	24
Figure 1 – Essai de capacité dynamique – Courant/tension de la batterie en fonction de la durée de décharge	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	7
1.1 Scope and object	7
1.2 Normative references	7
2 Functional characteristics	7
2.1 Capacity	7
2.2 Charge retention	9
2.3 High-rate discharge performance	9
2.4 Cyclic endurance	9
3 General test conditions	9
3.1 Accuracy of measuring instruments	9
3.2 Preparation and maintenance of the test cells or batteries	11
3.3 Definition of a fully charged cell or battery	13
4 Testing procedures	13
4.1 Sequence of performance of the tests	13
4.2 Capacity test	13
4.3 Charge retention test	15
4.4 High-rate discharge performance test	15
4.5 Cyclic endurance test	17
5 Specific values	19
5.1 Energy density	19
6 Testing procedures for light road vehicle traction batteries	21
6.1 1 h capacity	21
6.2 Dynamic discharge performance	23
6.3 Dynamic endurance	25
Figure 1 – Dynamic capacity test – Current/battery voltage versus discharge time	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BATTERIES DE TRACTION AU PLOMB –

Partie 1: Prescriptions générales et méthodes d'essais

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, 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 60254-1 a été établie par le comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1983 et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/405/FDIS	21/421/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LEAD-ACID TRACTION BATTERIES –

Part 1: General requirements and methods of test

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

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1983 and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
21/405/FDIS	21/421/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.

BATTERIES DE TRACTION AU PLOMB –

Partie 1: Prescriptions générales et méthodes d'essais

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application et objet*

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

Les articles 1 à 5 sont applicables à toutes les batteries de traction pour applications dans les véhicules routiers, les locomotives, les engins industriels et les chariots de manutention. L'article 6 offre une série d'essais qui peuvent être utilisés pour tester de manière spécifique des batteries 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.

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

1.2 *Références normatives*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60254. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60254 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60051, *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*

2 Caractéristiques fonctionnelles

2.1 *Capacité (pour l'essai, voir 4.2)*

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

2.1.2 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

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

LEAD-ACID TRACTION BATTERIES –

Part 1: General requirements and methods of test

1 General

1.1 Scope and object

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

Clauses 1 to 5 are applicable to all traction battery applications which include road vehicles, locomotives, industrial trucks and mechanical handling equipments. Clause 6 offers a series of 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.

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.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60254. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60254 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60051, *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*

2 Functional characteristics

2.1 Capacity (for the test, see 4.2)

2.1.1 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.

2.1.2 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

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

2.1.3 La capacité réelle C_a doit être déterminée en déchargeant une batterie complètement chargée conformément aux indications de 4.2. Le résultat correspondant est utilisé pour vérifier la capacité nominale C_N .

2.2 Conservation de charge (pour l'essai, voir 4.3)

Les batteries 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.

2.3 Aptitude à la décharge rapide (pour l'essai, voir 4.4)

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

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

par exemple en cas d'accélération et/ou d'élévation de charges.

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

La performance en régime élevé d'une batterie de traction est représentée par le courant de décharge en 0,5 h $I_{0,5}$, c'est-à-dire le courant déchargeant la batterie jusqu'à une tension d'arrêt $U_f = 1,5 \text{ V}$ par élément en 0,5 h à 30 °C. Si elle est exigée, la valeur du courant $I_{0,5}$ doit être indiquée par le fabricant.

2.4 Endurance en cycles (pour l'essai, voir 4.5)

Le service fourni par une batterie 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 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 .

3 Conditions générales d'essais

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

3.1.1 Appareils électriques de mesure

3.1.1.1 Calibre des appareils

Les instruments utilisés doivent permettre de mesurer les valeurs moyennes des tensions et des courants à mesurer. Le calibre de ces instruments 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 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.

2.1.3 The actual capacity C_a shall be determined by discharging a fully-charged battery according to 4.2. The resultant value is used for the verification of the nominal capacity C_N .

2.2 *Charge retention* (for the test, see 4.3)

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.

2.3 *High-rate discharge performance* (for the test, see 4.4)

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

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

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.

The high-rate performance of a traction battery is represented by the 0,5 h discharge current $I_{0,5}$, i.e. the current to discharge a battery at 30 °C to a cut-off voltage $U_f = 1,5$ V per cell within 0,5 h. If required, the value of the current $I_{0,5}$ shall be indicated by the manufacturer.

2.4 *Cyclic endurance* (for the test, see 4.5)

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 .

3 **General test conditions**

3.1 *Accuracy of measuring instruments* (see IEC 60051)

3.1.1 *Electrical measuring instruments*

3.1.1.1 *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.

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.

3.1.1.2 *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 .

3.1.1.3 *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.

3.1.2 *Mesure de la température*

3.1.2.1 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 0,5 K.

3.1.2.2 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 calibration comme spécifié en 3.1.2.1. Il convient de mesurer la température en un endroit qui soit à une température la plus proche possible de celle de l'électrolyte.

3.1.3 *Mesure de la densité de l'électrolyte*

Pour mesurer la densité de l'électrolyte, on doit utiliser des densimètres 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.

3.1.4 *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 3.1 soient satisfaites.

3.2 *Préparation et entretien des éléments ou des batteries d'essai*

3.2.1 Les éléments ou les batteries doivent être mis en service selon les instructions du fabricant (par exemple, activation des batteries chargées sèches). Tous les essais doivent être exécutés sur des éléments ou des batteries neufs et complètement chargés (voir 3.3), 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.

3.2.2 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 complètement chargée, à la température de référence de l'électrolyte de 30 °C.

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

3.1.1.2 *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 .

3.1.1.3 *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.

3.1.2 *Temperature measurement*

3.1.2.1 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 0,5 K.

3.1.2.2 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 3.1.2.1. The temperature should be measured at a location which most closely reflects the electrolyte temperature.

3.1.3 *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.

3.1.4 *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 3.1 are maintained.

3.2 *Preparation and maintenance of the test cells or batteries*

3.2.1 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 3.3), 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.

3.2.2 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.

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

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

3.3 *Définition d'un élément ou d'une batterie complètement chargé(e)*
(sauf définition différente établie par le fabricant)

Les éléments ou batteries seront considérés comme complètement chargés lorsque, au cours d'une charge à une valeur de courant/tension spécifiée par le fabricant, la tension/courant observée 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.

4 Procédure d'essais

4.1 Ordre d'exécution des essais

4.1.1 Les essais de

- capacité de 5 h (voir 4.2),
- capacité de 1 h (voir 6.1.2),
- conservation de charge (voir 4.3),
- performance en décharge rapide en 0,5 h (voir 4.4)

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

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

4.1.2 L'essai de l'endurance en cycles (voir 4.5) est un essai destructif et doit être effectué sur un minimum de trois éléments de même type.

Par des calages appropriés, on fera en sorte que les éléments gardent les mêmes dimensions que s'ils étaient assemblés en batteries.

4.2 Essai de capacité

4.2.1 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.

La température de chaque élément pilote doit être lue immédiatement avant la décharge. Les valeurs individuelles de la température doivent être comprises entre 22 °C et 34 °C. La température moyenne initiale t_0 de l'élément est calculée en faisant la moyenne arithmétique des valeurs individuelles. La température ambiante doit être maintenue entre 15 °C et 35 °C.

4.2.2 La batterie doit être complètement chargée conformément à 3.3.

4.2.3 Dans un délai compris entre 1 h et 24 h après la fin de la charge, la batterie doit être soumise à une décharge au courant I_N (voir 2.1.2).

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

4.2.4 La tension mesurée entre les bornes de la batterie (non compris les câbles de sortie de la batterie) doit être soit enregistrée automatiquement en fonction du temps, soit notée à intervalles de temps adéquats à l'aide d'un voltmètre (voir 3.1.1.2).

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

3.3 *Definition 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.

4 Testing procedures

4.1 Sequence of performance of the tests

4.1.1 The tests for

- 5 h capacity (see 4.2),
- 1 h capacity (see 6.1.2),
- charge retention (see 4.3),
- 0,5 h high-rate discharge performance (see 4.4)

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

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

4.1.2 The test for endurance in cycles (see 4.5) 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.

4.2 Capacity test

4.2.1 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 22 °C and 34 °C. The average initial cell temperature t_0 is calculated as the arithmetic mean of the individual values. The ambient temperature shall be maintained between 15 °C and 35 °C.

4.2.2 The battery shall be completely charged in accordance with 3.3.

4.2.3 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 2.1.2).

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

4.2.4 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 3.1.1.2).

4.2.5 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.

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

4.2.7 Si la température initiale t_0 (voir 4.2.1) diffère de la température de référence (30 °C), la capacité C , établie selon 4.2.6, 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);

$\lambda_1 = 0,006 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ pour la capacité de 5 h.

4.2.8 Une batterie neuve, soumise à l'essai de capacité, doit fournir au minimum, lorsqu'elle subit des cycles de charge/décharge C_N selon 4.2.2 à 4.2.6

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

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

4.3 Essai de conservation de charge

4.3.1 Après avoir subi l'essai de capacité de 4.2 et avoir obtenu une capacité $C_a \geq C_N$, la batterie est rechargée selon les indications de 3.3. Sa surface doit être nettoyée et séchée de manière à faire disparaître toute trace de matière conductrice ou d'électrolyte.

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

Durant cette période, la température maximale de l'élément ne doit pas dépasser $+25 \text{ }^\circ\text{C}$ et la température minimale ne doit pas être inférieure à $+15 \text{ }^\circ\text{C}$.

4.3.3 A la fin de la période de stockage à circuit ouvert, comme indiqué en 4.3.2, la température des éléments est ajustée dans la gamme indiquée en 4.2.1. La capacité résiduelle C_r doit ensuite être déterminée par une décharge au courant nominal I_N (voir 2.1.2), puis selon les indications de 4.2.4 à 4.2.7.

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

4.3.5 Après l'essai, la batterie doit être complètement rechargée, selon les indications de 3.3.

4.4 Essai d'aptitude à la décharge rapide

4.4.1 L'essai de contrôle des performances en décharge rapide ($I_{0,5}$) doit être effectué sur une batterie neuve de capacité $C_a \geq C_N$ conformément à 4.2.

4.4.2 La température initiale de la batterie (t_0) et la température ambiante doivent être maintenues conformes à 4.2.1.

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

4.2.6 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).

4.2.7 If the initial temperature t_0 (see 4.2.1) is different from the reference temperature (30 °C), the capacity C , in accordance with 4.2.6, 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);

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

4.2.8 A new battery, submitted to the rated capacity test, when subjected to repeated C_N discharge/charge cycles according to 4.2.2 to 4.2.6 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.

4.3 Charge retention test

4.3.1 After having undergone a capacity test in accordance with 4.2, and having obtained a capacity $C_a \geq C_N$, the battery is recharged in accordance with 3.3. Its surfaces shall be cleaned and dried in order to remove any traces of conductive material or electrolyte.

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

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

4.3.3 At the end of the open circuit storage, in accordance with 4.3.2, the temperature of the cells is adjusted to the range indicated in 4.2.1. Then the residual capacity C_r shall be determined by a discharge at the standard current I_N (see 2.1.2) and thereafter in accordance with 4.2.4 to 4.2.7.

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

4.3.5 After the test, the battery shall be fully recharged in accordance with 3.3.

4.4 High-rate discharge performance test

4.4.1 The test to verify the high-rate performance value ($I_{0,5}$) shall be carried out on a new battery having obtained a capacity $C_a \geq C_N$ in accordance with 4.2.

4.4.2 The initial battery temperature (t_0) and the ambient temperature shall be in accordance with 4.2.1.

4.4.3 Dans un délai compris entre 1 h et 24 h après la fin de la charge, la batterie doit être soumise à une décharge au courant $I_{0,5}$ spécifié par le fabricant (voir 2.3).

La valeur moyenne du courant de décharge doit correspondre à la valeur $I_{0,5} \pm 1 \%$. A aucun moment les écarts de la valeur du courant ne doivent dépasser $\pm 5 \%$ de $I_{0,5}$.

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

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

$$T_h = 0,5 \text{ (h)} [1 + \lambda_2 \{t_0 - 30 \text{ (}^\circ\text{C)}\}]$$

où $\lambda_2 = 0,008 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ pour la capacité en 0,5 h.

4.4.6 Les éléments ou les batteries doivent alors être déchargés pendant une période de T_h heures, la tension finale moyenne par élément ne devant pas être inférieure à 1,50 V.

Si, toutefois, la tension moyenne de 1,50 V par élément est atteinte avant T_h de décharge, le courant peut être interrompu. En ce cas, les éléments ou la batterie n'ont pas satisfait à cet essai d'aptitude à la décharge rapide.

4.4.7 Après cet essai, la batterie doit être complètement rechargée, selon les indications de 3.3.

4.5 Essai d'endurance en cycles

4.5.1 L'essai doit être effectué sur des éléments échantillonnés selon les indications de 4.1.

4.5.2 Après avoir subi l'essai de capacité réelle de 4.2, 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 3.3.

4.5.3 Les éléments 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:

4.5.3.1 *Eléments ouverts*

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

Tableau 1

Capacité rechargée	Facteur de charge	Type d'élément
0,864 C	1,15	A, B, C, D (CEI 60254-2, tableau 1)
0,937 C	1,25	E, F, G (CEI 60254-2, tableau 1)
0,787 C	1,05	Eléments avec agitation d'électrolyte
NOTE – 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. On doit suivre dans ce cas les instructions du fabricant.		

4.4.3 Within 1 h to 24 h after the end of charging, the battery shall be subjected to a discharge at the current $I_{0,5}$ specified by the manufacturer (see 2.3).

The average discharge current shall correspond to $I_{0,5} \pm 1\%$. Current deviation shall not exceed $\pm 5\%$ of $I_{0,5}$ at any time.

4.4.4 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.

4.4.5 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:

$$T_h = 0,5 \text{ (h)} [1 + \lambda_2 \{t_0 - 30 \text{ (}^\circ\text{C)}\}]$$

where $\lambda_2 = 0,008 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ for the 0,5 h capacity.

4.4.6 The cells or batteries shall be discharged for a period of T_h hours when the final average voltage per cell shall be not less than 1,50 V.

Should however the average voltage of 1,50 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.

4.4.7 After the test, the battery shall be fully recharged in accordance with 3.3.

4.5 Cyclic endurance test

4.5.1 The test shall be carried out on cell samples as specified in 4.1.

4.5.2 After undergoing the actual capacity test of 4.2 and having shown a capacity C_a at least equal to the nominal capacity C_N , the cells shall be recharged as specified in 3.3.

4.5.3 The cells shall then be connected to a device where they shall undergo a continuous series of cycles throughout the test, each cycle comprising the following:

4.5.3.1 Vented cells

- A discharge for 3 h at a current of $I(A) = C_N (Ah)/4 \text{ (h)}$.
- A recharge for 9 h immediately following the discharge, supplying the battery with a charged capacity as defined in table 1 below, the current at the end of charge being not greater than $I(A) = C_N (Ah)/16,66 \text{ (h)}$.

Table 1

Recharge capacity	Charge factor	Cell type
0,864 C	1,15	A, B, C, D (IEC 60254-2, table 1)
0,937 C	1,25	E, F, G (IEC 60254-2, table 1)
0,787 C	1,05	Cells with electrolyte agitation
NOTE – Cells having electrolyte agitation require a lower charge factor as indicated above. Cells having increased electrolyte density may require a higher than normal charge factor. The manufacturer's instructions shall be followed.		

4.5.3.2 *Éléments étanches à soupapes*

- Une décharge d'une durée de 3,5 h, à un courant $I(A) = C_N (Ah)/5 (h)$.
- 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 2,45 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 pour des raisons de sécurité.
Durant les deux dernières heures de charge, on peut permettre une montée de tension à une valeur supérieure à 2,45 V par élément.

4.5.3.3 Pendant toute la durée des essais de 4.5.3.1 ou 4.5.3.2, la température des éléments doit être maintenue entre 33 °C et 43 °C.

4.5.4 Après chaque série de 50 cycles ± 5 cycles, les éléments doivent être soumis à l'essai de capacité comme indiqué en 4.2.

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 ± 5 cycles chacune.

4.5.5 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.

5 Valeurs spécifiques

5.1 *Densité d'énergie*

5.1.1 Si la densité d'énergie est spécifiée, il convient qu'elle s'applique pour l'essai de capacité défini en 4.2 ou 6.1, et elle doit être déterminée en utilisant la tension moyenne durant l'essai. Cette tension moyenne doit être établie sur un minimum de cinq lectures de tensions également réparties sur la période de décharge spécifiée. La première lecture doit être effectuée 5 s après le début de la décharge.

5.1.2 L'«énergie massique spécifique» (EMS) établie au régime de 5 h (EMSc₅) ou au régime de 1 h (EMSc₁) doit être exprimée en Wh/kg.

5.1.3 L'«énergie volumique spécifique» (EVS) établie au régime de 5 h (EVSc₅) ou au régime de 1 h (EVSc₁) doit être exprimée en Wh/l.

5.1.4 Les masses des éléments ne doivent pas inclure les masses des connexions inter-éléments, à moins que celles-ci ne fassent partie intégrante d'un monobloc.

5.1.5 Les dimensions des éléments doivent être les dimensions hors tout, y compris les bornes, bouchons de dégazage, etc.

4.5.3.2 Valve regulated cells

- A discharge for 3,5 h at a current of $I(A) = C_N (Ah)/5 (h)$.
- Unless otherwise recommended by the manufacturer, a recharge for a maximum of 14 h immediately following the discharge, at a constant voltage not exceeding 2,45 V per cell, with a current limit during the last two hours not greater than $I(A) = C_N (Ah)/66,66 (h)$.

NOTE – During the initial part of the constant voltage charge a current limit may be accepted for safety reasons.

During the last two hours of charge the voltage may be allowed to rise above 2,45 V per cell.

4.5.3.3 Throughout the whole of either test 4.5.3.1 or 4.5.3.2, the temperature of the cells shall be maintained between 33 °C and 43 °C.

4.5.4 After each series of 50 cycles ± 5 cycles, the cells shall undergo a capacity test as specified in 4.2.

The test shall be considered as terminated when the corrected capacity C_a resulting from this test is less than 0,8 C_N during two successive series of 50 cycles ± 5 cycles each.

4.5.5 The endurance in cycles is the number of cycles completed up to the end of the first of the two final series. This number shall be at least equal to the number stated by the manufacturer.

5 Specific values

5.1 Energy density

5.1.1 Where the energy density of a cell is stated, it should apply to a capacity test as defined in 4.2 or 6.1 and shall be determined using the average voltage during the test. This average voltage shall be based on a minimum of five voltage readings equally spaced over the specified discharge period. The initial reading shall be taken 5 s after the start of the discharge.

5.1.2 The "gravimetric energy density" (GED) quoted at the 5 h rate (GED_{c_5}) or the 1 h rate (GED_{c_1}) shall be expressed in Wh/kg.

5.1.3 The "volumetric energy density" (VED) quoted at the 5 h rate (VED_{c_5}) or the 1 h rate (VED_{c_1}) shall be expressed in Wh/l.

5.1.4 Cell weights shall not include intercell connectors unless they are an integral part of a monoblock.

5.1.5 Cell dimensions shall be overall dimensions including terminals, vent plugs, etc.

6 Procédures d'essais pour batteries de traction de véhicules routiers légers

NOTES

1 Les conditions générales d'essais décrites à l'article 3 de la présente norme s'appliquent pour les essais définis ci-dessous.

Pour l'ordre d'exécution des essais, voir 4.4.1. Certains essais s'appliquent uniquement s'ils sont exigés pour l'application visée.

2 Les essais de décharge dynamique définis dans cette norme ne prétendent pas englober tous les cas de figure. Les paramètres utilisés sont considérés comme adéquats pour une certaine gamme d'applications mais peuvent ne pas être entièrement adaptés pour classer toutes les conceptions de batteries au plomb. C'est en particulier le cas lorsque les performances sont évaluées en fonction de la durée de vie.

6.1 Capacité de 1 h (pour l'essai, voir 6.1.2)

6.1.1 La capacité assignée C_1 est une valeur déclarée par le fabricant, valable pour une température d'élément/de batterie de 30 °C, une durée de décharge de 1 h et une tension d'arrêt $U_f = 1,60$ V par élément. Le courant de décharge correspondant est

$$I_1 \text{ (A)} = \frac{C_1 \text{ (Ah)}}{1 \text{ (h)}}$$

Comme toutes les batteries de traction n'ont pas à fournir leur capacité au régime de 1 h, cette caractéristique s'applique uniquement dans les cas appropriés.

6.1.2 Essai de capacité

6.1.2.1 L'essai de capacité de 1 h doit être effectué sur une batterie neuve ayant délivré une capacité $C_a \geq C_N$, selon les indications de 4.2.

6.1.2.2 Les conditions d'essais définies en 4.2.1 et 4.2.2 doivent s'appliquer.

6.1.2.3 Dans un délai compris entre 1 h et 24 h après la fin de la charge, la batterie doit être soumise à une décharge au courant I_1 (voir 6.1.1).

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

6.1.2.4 La tension doit être contrôlée selon les indications de 4.2.4.

6.1.2.5 La décharge est arrêtée lorsque la tension moyenne a atteint une valeur de 1,60 V par élément. La durée de décharge doit alors être notée.

6.1.2.6 La capacité non corrigée C à la température initiale t_0 est égale au produit de l'intensité du courant de décharge (en ampères) et de la durée de décharge (en heures).

6.1.2.7 Si la température initiale t_0 (voir 4.2.1) diffère de la température de référence (30 °C), la capacité C_1 , établie selon les indications données en 6.1.2.6, doit être corrigée pour obtenir la capacité réelle C_a au moyen de l'équation

$$C_a = \frac{C}{1 + \lambda_3 (t_0 - t_r)} \text{ (Ah)}$$

où

t_0 est la température initiale;

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

$\lambda_3 = 0,007 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ pour la capacité de 1 h.

6 Testing procedures for light road vehicle traction batteries

NOTES

1 The general test conditions as described in clause 3 should be applied to the tests defined below.

For sequence of performance of tests, see 4.1.1. Some tests are applicable only if required for the application in question.

2 The dynamic discharge tests defined in this standard are not all-embracing. The parameters used are considered to be suitable for a range of applications but may not be entirely suitable for categorizing all designs of lead-acid battery, particularly where performance is being assessed against cycle life.

6.1 1 h capacity (for test, see 6.1.2)

6.1.1 The rated capacity C_1 is a value declared by the manufacturer, which is valid for the cell/battery temperature of 30 °C, a discharge time of 1 h and a cut-off voltage $U_1 = 1,60$ V per cell. The corresponding discharge current is

$$I_1 (\text{A}) = \frac{C_1 (\text{Ah})}{1 (\text{h})}$$

Since not all traction batteries are required to provide capacities at the 1 h rate, this characteristic is only applied when appropriate.

6.1.2 Capacity test

6.1.2.1 A 1 h capacity test shall be carried out on a new battery having obtained a capacity $C_a \geq C_N$ in accordance with 4.2.

6.1.2.2 The test conditions defined in 4.2.1 and 4.2.2 shall apply.

6.1.2.3 Within 1 h to 24 h after the end of charging, the battery shall be subjected to a discharge at the current I_1 (see 6.1.1).

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

6.1.2.4 The voltage shall be monitored as described in 4.2.4.

6.1.2.5 The discharge is discontinued when the average voltage has reached the value of 1,60 V per cell. The discharge time shall be noted.

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

6.1.2.7 If the initial temperature t_0 (see 4.2.1) is different from the reference temperature (30 °C), the capacity C_1 in accordance with 6.1.2.6, shall be corrected to the actual capacity C_a by the equation

$$C_a = \frac{C}{1 + \lambda_3 (t_0 - t_r)} (\text{Ah})$$

where

t_0 is the initial temperature;

t_r is the reference temperature (30 °C);

$\lambda_3 = 0,007 (\text{°C})^{-1}$ for the 1 h capacity.

6.1.2.8 La batterie doit avoir une capacité $C_a \geq C_1$ au premier cycle de cet essai de capacité au régime de 1 h.

6.1.2.9 Après l'essai, la batterie doit être complètement rechargée, selon les indications de 3.3.

6.2 Performances en décharge dynamique (pour l'essai, voir 6.2.3.)

6.2.1 Dans les applications de type véhicule électrique routier, les batteries de traction doivent être capables de fournir des courants de décharge variant de manière étendue. Les profils de conduite peuvent être simplifiés en courant de «fort régime» pour les périodes d'accélération, courant de «bas régime» pour les périodes de conduite à vitesse constante et «courant nul» pour les périodes de repos.

La performance dynamique est représentée dans cette procédure d'essais par une décharge à trois niveaux de courant sur un cycle itératif de 60 s, $8 \times I_N$ pendant 10 s, suivi de $2 \times I_N$ pendant 20 s, suivi d'une période de repos de 30 s.

A 30 °C, la tension de coupure de fin de décharge de la batterie est $U_f = 1,5$ V par élément.

NOTE – Chaque cycle de 60 s sera dénommé «micro-cycle»; la décharge totale jusqu'à la tension de coupure sera appelée «cycle de décharge».

Le courant moyen correspondant est $2 \times I_N$.

La performance dynamique peut être établie sous deux formes: la durée de décharge T_d ou la capacité C_d .

Cette caractéristique s'applique uniquement dans les cas appropriés.

6.2.2 La performance dynamique C_d est une valeur déclarée par le fabricant, valable pour une batterie déchargée selon les indications de 6.2.1.

6.2.3 Essai de performance en décharge dynamique

6.2.3.1 L'essai de vérification de la valeur de performance dynamique doit être effectué sur une batterie neuve de capacité $C_a \geq C_N$, selon les indications de 4.2.

6.2.3.2 La température initiale (t_0) de la batterie et la température ambiante doivent être conformes aux indications de 4.2.1.

6.2.3.3 Dans un laps de temps compris entre 1 h et 24 h après la fin de la charge, la batterie doit être soumise à une décharge dynamique. La décharge est effectuée à trois niveaux de courant de décharge, sur un micro-cycle itératif de 60 s, $8 \times I_N$ pendant 10 s, suivi de $2 \times I_N$ pendant 20 s, suivi d'une période de repos de 30 s (voir figure 1).

Les changements de niveau de courant doivent être stabilisés en 0,10 s ou moins.

Le courant moyen de décharge doit correspondre à $2 \times I_N \pm 1$ %. Le courant ne doit s'écarter à aucun moment de ± 5 % de la valeur choisie ($8 \times I_N$, $2 \times I_N$).

6.2.3.4 La tension aux bornes de la batterie (non compris les câbles de sortie de la batterie) doit être enregistrée automatiquement en fonction du temps, ou notée à des intervalles de temps adaptés, en utilisant un voltmètre capable de mesurer la tension la plus faible pendant l'impulsion à fort courant.

6.1.2.8 The battery shall achieve a capacity of $C_a \geq C_1$ at the first cycle of this 1 h rate capacity test.

6.1.2.9 After the test, the battery shall be fully recharged in accordance with 3.3.

6.2 *Dynamic discharge performance* (for the test, see 6.2.3)

6.2.1 In electric road vehicle applications, traction batteries shall be capable of supplying widely varying current rates. The driving profiles can be simplified to "high-rate" currents for acceleration, "low-rate" currents for constant speed driving and "zero" current for rest periods.

Dynamic performance is represented in this test procedure by a discharge with three current levels on a 60 s iterated cycle, $8 \times I_N$ for 10 s followed by $2 \times I_N$ for 20 s followed by a 30 s rest period.

A battery at 30 °C is discharged to a cut-off voltage $U_f = 1,5$ V per cell.

NOTE – Each 60 s cycle will be referred to as a "micro cycle"; the total discharge to the cut-off voltage will be referred to as a discharge cycle.

The corresponding average current is $2 \times I_N$.

The dynamic performance can be stated in two forms: discharge time T_d or capacity C_d .

This characteristic is applied only when appropriate.

6.2.2 The dynamic performance C_d is a value declared by the manufacturer which is valid for a battery when discharged according to 6.2.1.

6.2.3 *Dynamic discharge performance test*

6.2.3.1 The test to verify the dynamic performance value shall be carried out on a new battery having obtained the capacity $C_a \geq C_N$ in accordance with 4.2.

6.2.3.2 The initial temperature (t_0) of the battery and the ambient temperature shall be in accordance with 4.2.1.

6.2.3.3 Within 1 h to 24 h after the end of charging, the battery shall be subjected to a dynamic discharge. The discharge is carried out with three current levels on a 60 s iterated micro-cycle, $8 \times I_N$ for 10 s followed by $2 \times I_N$ for 20 s followed by a 30 s rest period (see figure 1).

Changes in current level shall stabilize in 0,10 s or less.

The average discharge current shall correspond to $2 \times I_N \pm 1$ %. Current deviation shall not exceed ± 5 % of the set current value ($8 \times I_N$, $2 \times I_N$) at any time.

6.2.3.4 The voltage across the terminals of the battery (excluding the battery output cables), shall be either recorded automatically against time, or noted at suitable time intervals using a voltmeter capable of detecting the lowest voltage during the high current pulse.

6.2.3.5 La décharge est arrêtée lorsque la tension aux bornes de la batterie chute à 1,5 V par élément. La durée de décharge doit être notée. La durée de décharge T est la durée totale arrondie vers le bas à la minute près.

6.2.3.6 Si la température initiale t_0 (voir 4.2.1) est différente de la température de référence (30 °C), la durée de décharge T en heures doit être ramenée à la valeur réelle T_d au moyen de l'équation

$$T_d = \frac{T}{1 + \lambda_4 [t_0 - 30 (^\circ\text{C})]} \text{ (Ah)}$$

où $\lambda_4 = 0,006 (^\circ\text{C})^{-1}$ pour l'essai défini.

6.2.3.7 La capacité obtenue C_{da} peut être calculée en utilisant l'équation

$$C_{da} = T_d \times 2 \times I_N$$

6.2.3.8 Après l'essai, la batterie doit être complètement rechargée selon les indications de 3.3.

6.3 Endurance dynamique (pour l'essai, voir 6.3.2)

6.3.1 L'essai d'endurance dynamique est un essai destructif et doit être effectué sur un minimum de trois éléments de même type.

Il convient de fournir un emballage adéquat sur les échantillons d'essais, de manière à maintenir les mêmes dimensions que s'ils étaient installés en batterie.

L'essai d'endurance consiste en une série de décharges selon le profil de cycles décrits en 6.2, suivies par une recharge selon les spécifications du fabricant.

L'endurance dynamique d'une batterie est définie comme la durée de décharge cumulée atteinte par la batterie depuis le début de l'essai jusqu'à sa défaillance (voir 6.3.2.5).

Les résultats de cet essai sont à utiliser pour la comparaison de différentes batteries au plomb; ils ne sont pas valables pour la comparaison avec d'autres produits tels que les batteries nickel-cadmium testées selon la même spécification.

6.3.2 Essai d'endurance dynamique

6.3.2.1 L'essai doit être effectué sur un échantillonnage d'éléments, selon les indications données en 6.3.1.

6.3.2.2 Après avoir effectué l'essai de performance de décharge dynamique défini en 6.2.3 et avoir obtenu une capacité C_d au moins égale à la capacité dynamique spécifiée par le fabricant, les éléments doivent être rechargés comme spécifié en 3.3.

6.3.2.3 Les éléments doivent alors être connectés à un appareil où ils doivent subir une série continue de cycles au cours de l'essai, chaque cycle comprenant

- une décharge selon la définition de l'essai de performance de décharge dynamique (voir 6.1),
- une recharge complète suivant immédiatement la décharge, en utilisant un chargeur conforme aux spécifications du fabricant de batteries.

Pendant toute la durée de l'essai, la température des éléments doit être régulée par une immersion partielle dans un bain d'eau dont la température est maintenue à $30 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.2.3.5 The discharge is discontinued when the battery terminal voltage falls to 1,5 V per cell. The discharge time shall be noted. The discharge time T is the total discharge time rounded down to whole minutes.

6.2.3.6 If the initial temperature t_0 (see 4.2.1) is different from the reference temperature (30 °C), the discharge time T in hours shall be corrected to the actual value T_d by the equation

$$T_d = \frac{T}{1 + \lambda_4 [t_0 - 30 (^\circ\text{C})]} \text{ (Ah)}$$

where $\lambda_4 = 0,006 (^\circ\text{C})^{-1}$ for the defined test.

6.2.3.7 The achieved capacity C_{da} may be calculated using the equation

$$C_{da} = T_d \times 2 \times I_N$$

6.2.3.8 After the test, the battery shall be fully recharged in accordance with 3.3.

6.3 Dynamic endurance (for the test, see 6.3.2)

6.3.1 The test for dynamic endurance 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.

The endurance test is a series of cyclic discharge profiles as described in 6.2 followed by a recharge according to the manufacturer's specification.

The dynamic endurance of a battery is defined as the cumulative discharge time achieved by the battery from the start of the test to its point of failure (see 6.3.2.5).

The results of this test are intended for the comparison of lead-acid batteries; they are not valid for comparison with other products such as nickel-cadmium batteries tested to the same specification.

6.3.2 Dynamic endurance test

6.3.2.1 The test shall be carried out on cell samples as specified in 6.3.1.

6.3.2.2 After undergoing the dynamic discharge performance test defined in 6.2.3 and having shown a capacity C_d at least equal to the manufacturer's rated dynamic capacity, the cells shall be recharged as specified in 3.3.

6.3.2.3 The cells shall then be connected to a device where they shall undergo a continuous series of cycles throughout the test, each cycle comprising

- a discharge as defined for the dynamic discharge performance test (see 6.1);
- a full recharge immediately following the discharge using a charger specified by the battery manufacturer.

Throughout the whole test, the temperature of the cells shall be regulated by partial immersion of the cells in a water bath in which the water temperature is maintained at $30\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$.

6.3.2.4 L'essai doit être considéré comme terminé lorsque la durée du cycle de décharge tombe à moins de 90 min sur deux cycles de décharge consécutifs.

6.3.2.5 Les données suivantes doivent être enregistrées:

- durée de décharge à chaque cycle de décharge;
- durée de décharge cumulée;
- nombre total de décharges effectuées.

6.3.2.6 L'endurance dynamique est la durée cumulée de décharge de l'essai complet d'endurance dynamique exprimée en heures.

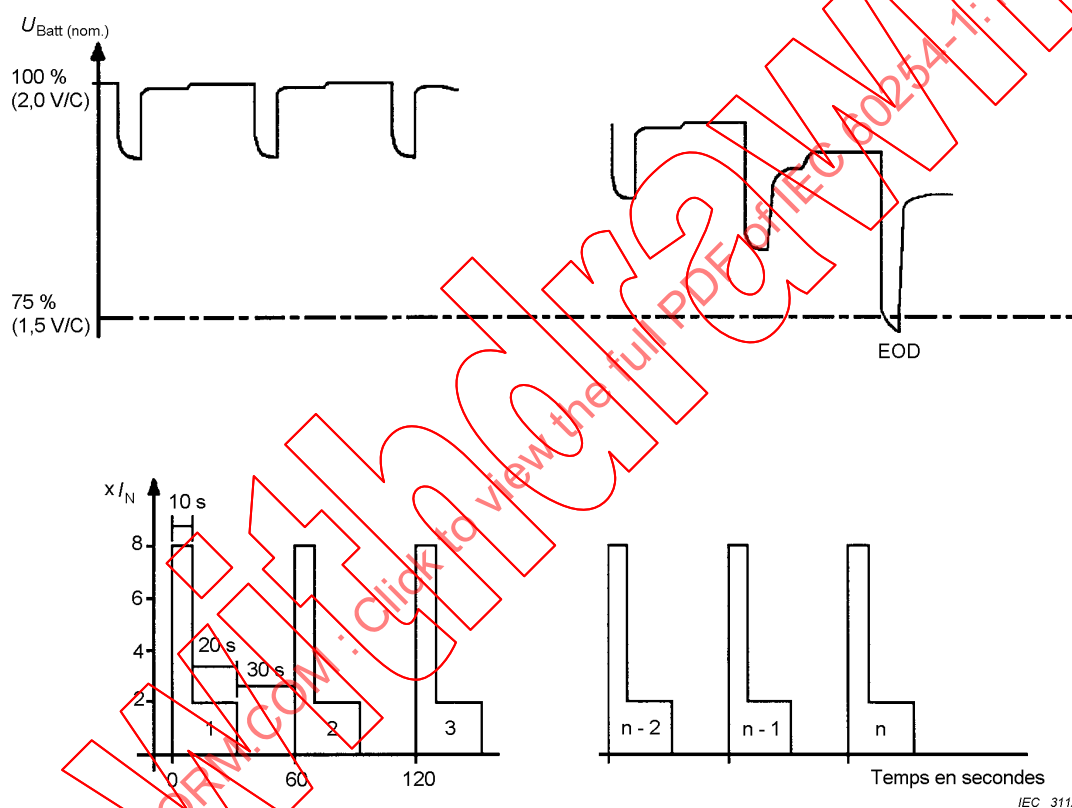


Figure 1 – Essai de capacité dynamique – Courant/tension de la batterie en fonction de la durée de décharge

6.3.2.4 The test shall be considered terminated when the discharge cycle time falls to less than 90 min on two consecutive discharge cycles.

6.3.2.5 The following shall be recorded:

- discharge time for each discharge cycle;
- cumulative discharge time;
- total number of discharges achieved.

6.3.2.6 The dynamic endurance is the cumulative discharge time for the entire dynamic endurance test when measured in hours.

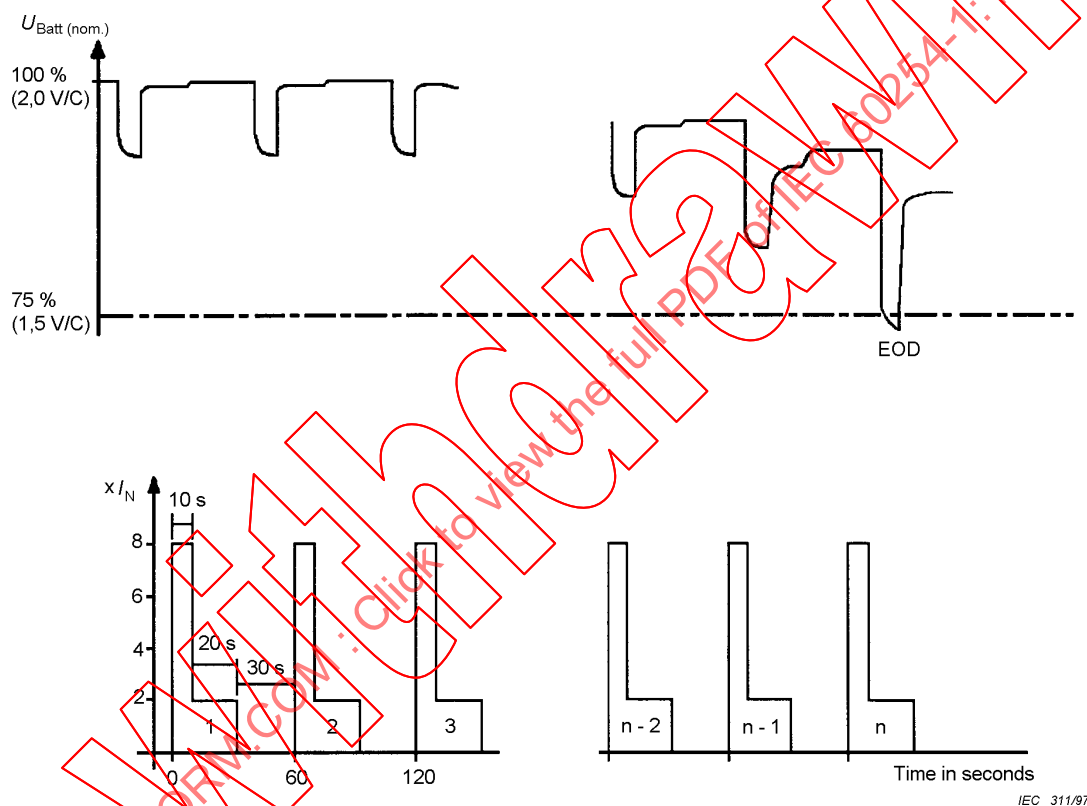


Figure 1 – Dynamic capacity test – Current/battery voltage versus discharge time

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60254-1:1997

Withdrawn