

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 254-1

Deuxième édition — Second edition
1983

Batteries de traction au plomb

Première partie: Prescriptions générales et méthodes d'essai

Lead-acid traction batteries

Part 1: General requirements and methods of test



© CEI 1983

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

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:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, 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 inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 254-1

Deuxième édition — Second edition
1983

Batteries de traction au plomb

Première partie: Prescriptions générales et méthodes d'essai

Lead-acid traction batteries

Part 1: General requirements and methods of test



© CEI 1983

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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE À LA DEUXIÈME ÉDITION	4
 SECTION UN - GÉNÉRALITÉS 	
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
 SECTION DEUX - GRANDEURS CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES 	
3. Capacité	8
4. Conservation de la charge	8
5. Aptitude à la décharge rapide	10
6. Endurance en cycles	10
 SECTION TROIS - CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAI 	
7. Précision des appareils de mesure	10
8. Préparation et entretien des éléments ou des batteries d'essai	12
9. Définition d'une batterie ou d'un élément complètement chargés	12
 SECTION QUATRE - MÉTHODES D'ESSAI 	
10. Ordre d'exécution des essais	12
11. Essai de capacité	14
12. Essai de conservation de la charge	16
13. Essai d'aptitude à la décharge rapide	16
14. Essai d'endurance en cycles	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE TO THE SECOND EDITION	5

SECTION ONE - GENERAL

Clause

1. Scope	9
2. Object	9

SECTION TWO - FUNCTIONAL CHARACTERISTIC QUANTITIES

3. Capacity	9
4. Charge retention	9
5. High-rate discharge performance	11
6. Cyclic endurance	11

SECTION THREE - GENERAL TEST CONDITIONS

7. Accuracy of measuring instruments	11
8. Preparation and maintenance of the test cells or batteries	13
9. Definition of a fully charged cell or battery	13

SECTION FOUR - TESTING PROCEDURES

10. Sequence of performance of the tests	13
11. Capacity test	15
12. Charge retention test	17
13. High-rate discharge performance test	17
14. Cyclic endurance test	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BATTERIES DE TRACTION AU PLOMB**Première partie: Prescriptions générales et méthodes d'essai**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE À LA DEUXIÈME ÉDITION - 1983

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 21 de la CEI: Accumulateurs.

Cette deuxième édition remplace la première édition de la Publication 254 de la CEI (1967), la Modification n° 1 (1978) et le premier complément 254A (1979).

Les principes de la révision de la Publication 254 ont été formulés lors de la réunion tenue à Washington en 1975. Les conclusions de cette réunion ont mené à l'élaboration d'un premier projet constituant un cadre général précisant les grandeurs caractéristiques des batteries de traction et décrivant les méthodes d'essai employées pour contrôler ces grandeurs, sans fournir toutefois de valeurs de ces grandeurs, celles-ci devant être indiquées dans une section spéciale de la norme.

Le but était d'arriver à unifier les grandeurs caractéristiques et les méthodes d'essai employées dans différentes régions du monde. La discussion du premier projet, lors de la réunion tenue à Budapest en 1977, a permis d'établir un second projet en avril 1978.

A la suite de la réunion tenue à Varsovie en 1978, ce second projet fut diffusé selon la Procédure accélérée en avril 1978 et, comme document 21(Bureau Central)209, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1978.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Egypte	Roumanie
Allemagne	Etats-Unis d'Amérique	Suède
Belgique	France	Suisse
Canada	Italie	Tchécoslovaquie
Corée (République de)	Pays-Bas	Turquie
Danemark	Pologne	

A la suite de la réunion tenue à Toronto en 1979, des modifications, document 21(Bureau Central)241, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en mai 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Egypte	Royaume-Uni
Allemagne	Espagne	Suède
Belgique	France	Suisse
Bulgarie	Italie	Tchécoslovaquie
Canada	Nouvelle-Zélande	Turquie
Danemark	Pays-Bas	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE TO THE SECOND EDITION - 1983

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 21, Secondary Cells and Batteries.

This second edition replaces the first edition of IEC Publication 254 (1967), Amendment No. 1 (1978) and the first supplement 254A (1979).

The principles for the revision of Publication 254 were laid down at the meeting held in Washington in 1975. The conclusions arrived at at this meeting led to the preparation of a first draft constituting a general outline, giving the characteristic quantities of traction batteries and describing the test methods used to verify these quantities, without quoting any value for the quantities, which were to be given in a special section of the standard.

The aim was to unify the characteristic quantities and the test methods used in different parts of the world. Discussion of the first draft at the meeting held in Budapest in 1977 enabled a second draft to be prepared in April 1978.

As a result of the meeting held in Warsaw in 1978, this second draft was circulated for approval under the Accelerated Procedure in April 1978 and, as Document 21(Central Office)209, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1978.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Germany	South Africa (Republic of)
Canada	Italy	Sweden
Czechoslovakia	Korea (Republic of)	Switzerland
Denmark	Netherlands	Turkey
Egypt	Poland	United States of America
France	Romania	

As a result of the meeting held in Toronto in 1979, amendments, Document 21(Central Office)241, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in May 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	France	Spain
Bulgaria	Germany	Sweden
Canada	Italy	Switzerland
Czechoslovakia	Netherlands	Turkey
Denmark	New Zealand	United Kingdom
Egypt	South Africa (Republic of)	

La rédaction finale du texte de la publication, décidée par le Groupe présidentiel qui s'est réuni à Genève en mars 1982, diffère sensiblement du texte du document initialement approuvé, principalement par sa présentation. A la suite de cette réunion, des modifications, document 21 (Bureau Central) 264, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en septembre 1982.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Egypte	Nouvelle-Zélande
Allemagne	Espagne	Pays-Bas
Australie	France	République Démocratique Allemande
Belgique	Israël	Suède
Bulgarie	Italie	Suisse
Canada	Japon	Tchécoslovaquie
Danemark		

Note:

Les batteries de traction sont utilisées dans le monde entier dans une grande variété d'applications et de conditions d'exploitation particulières, par exemple conditions d'environnement (climat), cycles d'utilisation, exigences des prescriptions nationales ou régionales, etc.

C'est la raison pour laquelle aucune prescription détaillée n'a été incluse dans la présente norme. Une autre raison est de ne pas ralentir le progrès en spécifiant des détails particuliers.

C'est de cette conception de base que résulte le caractère de la présente Publication 254-1.

Des spécifications plus détaillées pourront être fournies par les normes nationales ou par d'autres documents. L'objet de telles spécifications particulières pourra concerner, par exemple, la capacité des éléments à certains régimes de décharge, ou le nombre de cycles, ou la résistance aux chocs mécaniques et aux vibrations, etc.

The final version of this text as drawn up by the Chairman's Group which met in Geneva in March 1982 differs appreciably from the text of the document first approved, principally in its layout. As a result of the meeting held in Geneva, amendments, Document 21(Central Office)264, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in September 1982.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	France	Netherlands
Belgium	German Democratic Republic	New Zealand
Bulgaria	Germany	South Africa (Republic of)
Canada	Israel	Spain
Czechoslovakia	Italy	Sweden
Denmark	Japan	Switzerland
Egypt		

Note:

Traction batteries are used throughout the world in a wide variety of applications and of particular conditions, for example the environmental conditions (climate), various duty cycles, different requirements of national or regional specifications, etc.

This is one reason why detailed requirements have not been included in this standard. Another reason was to avoid delaying progress by specifying particular details.

The present Publication 254-1 arises from this basis.

More detailed requirements may be specified by national standards or other documents. Such requirements may be, for example, to quote the cell capacity under certain discharge regimes, or the number of cycles, or the resistance to mechanical shocks and vibration, etc.

BATTERIES DE TRACTION AU PLOMB

Première partie: Prescriptions générales et méthodes d'essai

SECTION UN - GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux batteries de traction au plomb destinées à être utilisées comme sources d'énergie pour les véhicules électriques en général, ou plus particulièrement pour les véhicules ou les engins de manutention à traction électrique.

2. Objet

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

SECTION DEUX - GRANDEURS CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES

3. Capacité (essai, voir article 11)

- 3.1 La caractéristique essentielle d'une batterie de traction est sa capacité d'accumulation de l'énergie électrique. Cette capacité C , exprimée en ampères-heures (Ah), varie suivant les conditions d'utilisation.
- 3.2 La capacité assignée C_N est une valeur de référence, fixée par le fabricant, valable pour une température de 30 °C, 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

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

- 3.3 La capacité réelle C_a est déterminée en déchargeant une batterie complètement chargée conformément aux termes de l'article 9. Le résultat correspondant est utilisé pour vérifier la capacité nominale C_N .

4. Conservation de la charge (essai, voir article 12)

Les batteries perdent une partie de leur capacité par autodécharge durant les périodes de circuit ouvert.

La conservation de la charge est définie par la capacité résiduelle déchargeable C_r après magasinage à circuit ouvert dans des conditions définies de température et de durée (voir article 12).

LEAD-ACID TRACTION BATTERIES

Part 1: General requirements and methods of test

SECTION ONE - GENERAL

1. Scope

This standard is applicable to lead-acid traction batteries used as power sources for electric vehicles in general, or more particularly, for electric traction vehicles or materials handling equipment.

2. Object

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.

SECTION TWO - FUNCTIONAL CHARACTERISTIC QUANTITIES

3. Capacity (for test, see Clause 11)

3.1 The most essential characteristic of a traction battery is its capacity for the storage of electric energy. This capacity C , expressed in ampere-hours (Ah), varies with the conditions of use.

3.2 The rated capacity C_N is a reference value, fixed by the manufacturer, which is valid for the 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

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

3.3 The actual capacity C_a shall be determined by discharging a fully-charged battery according to Clause 9. The resultant value is used for the verification of the rated capacity C_N .

4. Charge retention (for test, see Clause 12)

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 (see Clause 12).

5. Aptitude à la décharge rapide (essai, voir article 13)

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

$$I \geq I_N \quad (A)$$

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 peut ne s'appliquer que dans les cas appropriés.

L'aptitude à la décharge rapide d'une batterie de traction est caractérisée par le courant de décharge en une demi-heure I_h , c'est-à-dire le courant déchargeant la batterie en 0,5 h à 30°C jusqu'à une tension d'arrêt $U_f = 1,5$ V par élément. Si elle est exigée, la valeur du courant I_h sera fixée par le fabricant (voir article 13).

6. Endurance en cycles (essai, voir article 14)

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 de la 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 .

La valeur de l'endurance est déterminée conformément à l'article 14.

SECTION TROIS - CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAI

7. Précision des appareils de mesure

7.1 Appareils électriques de mesure

7.1.1 Calibres 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 soient effectuées dans le dernier tiers de la graduation.

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

7.1.2 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 .

7.1.3 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.

5. High-rate discharge performance (for test, see Clause 13)

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

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

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 half-hour discharge current I_h , 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_h shall be indicated by the manufacturer (see Clause 13).

6. Cyclic endurance (for test, see Clause 14)

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 .

The endurance is determined according to Clause 14.

SECTION THREE - GENERAL TEST CONDITIONS

7. Accuracy of measuring instruments

7.1 Electrical measuring instruments

7.1.1 Ranges 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 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.

7.1.2 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 .

7.1.3 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.

7.2 Mesure de la température

Pour contrôler les températures, on doit utiliser 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 K. La précision absolue des instruments doit être d'au moins 0,5 K.

7.3 Mesure de la masse volumique de l'électrolyte

Pour contrôler la masse volumique 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.

7.4 Mesure de la durée

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

Note. — Tous les appareils peuvent être utilisés à condition que les exigences de précision de l'article 7 soient maintenues.

8. Préparation et entretien des éléments ou des batteries d'essai

- 8.1 Les éléments ou les batteries seront mis en service selon les instructions du fabricant (par exemple activation de batteries chargées sèches). Tous les essais sont exécutés sur des éléments ou des batteries neufs et complètement chargés (voir article 9).
- 8.2 Avant essai, la masse volumique et le niveau de l'électrolyte dans chaque élément doivent être ceux qui sont spécifiés par le fabricant pour une batterie complètement chargée, à la température de référence de l'électrolyte de 25 °C.
- 8.3 Durant les essais, le niveau de l'électrolyte doit être maintenu comme indiqué par le fabricant pour une batterie complètement chargée.
- 8.4 La pureté de l'eau de mise à niveau et de l'électrolyte doit être celle qui est spécifiée par le fabricant.

9. Définition d'une batterie ou d'un élément complètement chargés

Les éléments ou batteries sont considérés comme complètement chargés lorsque, au cours d'une charge sous une intensité constante spécifiée par le fabricant, les valeurs de la tension et de la masse volumique de l'électrolyte ne sont pas modifiées de façon appréciable durant une période de 2 h, compte tenu des variations de température de l'électrolyte, sauf indication contraire du fabricant.

SECTION QUATRE – MÉTHODES D'ESSAI

10. Ordre d'exécution des essais

10.1 Les essais:

- de capacité (article 11);
- de conservation de la charge (article 12);
- d'aptitude à la décharge rapide (article 13)

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

7.2 *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 K. The absolute accuracy of the instrument shall be at least 0.5 K.

7.3 *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.

7.4 *Time measurement*

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

Note. — Any instrument may be used on condition that the accuracy requirements of Clause 7 are maintained.

8. **Preparation and maintenance of the test cells or batteries**

- 8.1 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 new and fully charged cells or batteries (see Clause 9).
- 8.2 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 25 °C.
- 8.3 During testing, the level of the electrolyte shall be maintained as specified by the manufacturer for a fully charged battery.
- 8.4 The purity of the topping-up water and of the electrolyte shall be as specified by the manufacturer.

9. **Definition of a fully charged cell or battery**

Cells or batteries are considered as fully charged when, during charging by constant current, specified by the manufacturer, the observed voltage and electrolyte density do not show any appreciable increase during a period of 2 h, taking into account changes in the temperature of the electrolyte, unless otherwise stated by the manufacturer.

SECTION FOUR - TESTING PROCEDURES

10. **Sequence of performance of the tests**

10.1 The tests for:

- capacity (Clause 11);
- charge retention (Clause 12);
- high-rate discharge performance (Clause 13)

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

Les essais de conservation de la charge et de l'aptitude à la décharge rapide sont l'un et l'autre facultatifs.

10.2 L'essai:

- d'endurance en cycles (article 14)

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 échantillons essayés gardent les mêmes dimensions que s'ils étaient assemblés en batteries.

11. Essai de capacité

- 11.1 Afin de faciliter les mesures de température, un élément pilote est choisi par groupe de six éléments, l'ensemble des éléments pilotes étant considéré comme représentatif des conditions moyennes de température de la batterie.

La température de chaque élément pilote doit être mesurée dans l'électrolyte immédiatement avant le début de 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'électrolyte est calculée en faisant la moyenne arithmétique des valeurs individuelles. La température ambiante doit être maintenue entre 15 °C et 35 °C.

- 11.2 La batterie est complètement chargée conformément à l'article 9.

- 11.3 Dans un délai de 1 h à 24 h après la fin de la charge, la batterie doit être soumise à une décharge au courant de référence I_N (voir paragraphe 3.2).

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

- 11.4 La tension mesurée entre les bornes de la batterie (non compris les câbles de batterie) doit être soit enregistrée automatiquement en fonction du temps, soit notée à l'aide d'un voltmètre (voir paragraphe 7.1.2). Dans ce dernier cas, les lectures du voltmètre doivent être effectuées à intervalles de 30 min jusqu'à une tension moyenne de 1,85 V par élément et à intervalles de 5 min au-delà.

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

- 11.6 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).

- 11.7 Si la température initiale t_0 (voir paragraphe 11.1) diffère de la température de référence (30 °C), la capacité C , établie selon le paragraphe 11.6, doit être corrigée pour obtenir la capacité réelle C_a suivant l'équation:

$$C_a = \frac{C}{1 + 0,006(t_0 - 30)} \quad (\text{Ah})$$

- 11.8 Une batterie neuve soumise à des cycles de charge et de décharge selon les paragraphes 11.2 à 11.6 doit fournir au minimum:

$$C_a = 0,85 C_N \text{ au premier cycle}$$

$$C_a = 1,00 C_N \text{ au (ou avant le) dixième cycle}$$

- 11.9 Après l'essai, la batterie doit être complètement rechargée, conformément à l'article 9.

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

10.2 The test for:

- endurance in cycles (Clause 14)

is a destructive test and shall be executed on a minimum of three cells of the same type.

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

11. Capacity test

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

The electrolyte 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 electrolyte 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.

- 11.2 The battery shall be completely charged in accordance with Clause 9.

- 11.3 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 Sub-clause 3.2).

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

- 11.4 The voltage across the terminals of the battery (excluding the battery output cables) shall be either recorded automatically against time or taken by readings from a voltmeter (see Sub-clause 7.1.2). In this latter case, readings shall be made at 30 min intervals to an average voltage of 1.85 V per cell and thereafter at intervals of 5 min.

- 11.5 The discharge is discontinued when the average voltage has reached the value of 1.70 V per cell. The discharge time shall be noted.

- 11.6 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).

- 11.7 If the initial temperature t_0 (see Sub-clause 11.1) is different from the reference temperature (30°C), the capacity C , in accordance with Sub-clause 11.6, shall be corrected to the actual capacity C_a by the equation:

$$C_a = \frac{C}{1 + 0.006(t_0 - 30)} \quad (\text{Ah})$$

- 11.8 A new battery, submitted to repeated charge discharge cycles according to Sub-clauses 11.2 to 11.6 shall supply at least:

$$C_a = 0.85 C_N \text{ at the first cycle}$$

$$C_a = 1.00 C_N \text{ at or before the tenth cycle}$$

- 11.9 After the test the battery shall be fully recharged in accordance with Clause 9.

12. Essai de conservation de la charge

- 12.1 Après avoir subi l'essai de capacité de l'article 11, et avoir fourni une capacité C_a , la batterie est rechargée (conformément à l'article 9). Sa surface doit être nettoyée et séchée, afin de faire disparaître toute trace de matière conductrice ou d'électrolyte.
- 12.2 La batterie doit être mise en circuit ouvert (c'est-à-dire sans aucune charge électrique connectée) à une température moyenne de l'électrolyte de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant une durée de 28 jours (672 h).
- Durant cette période, la température maximale de l'électrolyte ne doit pas dépasser $+25^\circ\text{C}$ et la température minimale ne doit pas être inférieure à $+15^\circ\text{C}$.
- 12.3 A la fin de la période de magasinage à circuit ouvert, selon le paragraphe 12.2, la température de l'électrolyte est ajustée dans la gamme indiquée au paragraphe 11.1. La capacité résiduelle C_r doit être ensuite déterminée par une décharge en courant de référence I_N (voir paragraphe 3.2), et puis conformément aux paragraphes 11.4 à 11.7.
- 12.4 La capacité résiduelle C_r ne doit pas être inférieure à $0,85 C_a$.
- 12.5 Après l'essai, la batterie est complètement rechargée, conformément à l'article 9.

13. Essai d'aptitude à la décharge rapide

- 13.1 L'essai de contrôle de la valeur du courant de décharge rapide (I_h) doit être effectué sur une batterie neuve dont la capacité C_a a été développée – si nécessaire – par des cycles répétés de décharges et de recharges jusqu'à la valeur de 100% de C_N (voir paragraphe 11.7).
- 13.2 La température initiale de l'électrolyte de la batterie (t_0) et la température ambiante sont maintenues conformément au paragraphe 11.1.
- 13.3 Dans un délai de 1 h à 24 h après la fin de la charge, la batterie doit être soumise à une décharge au courant I_h spécifié par le fabricant (voir article 5).
- La valeur moyenne du courant de décharge doit correspondre à la valeur $I_h \pm 1\%$. A aucun moment, les déviations de la valeur du courant ne doivent dépasser $\pm 5\%$ de I_h .
- 13.4 La tension mesurée entre les bornes de la batterie (non compris les câbles de batterie) doit être soit enregistrée automatiquement en fonction du temps, soit notée au moyen d'un volt-mètre, à intervalles appropriés.
- 13.5 La température moyenne des éléments pilotes (t_0) est mesurée et la durée de décharge T_h est calculée conformément à la formule suivante:

$$T_h = 0,5 [1 + 0,008 (t_0 - 30)] \quad (\text{h})$$

- 13.6 Les éléments ou les batteries sont alors déchargés pendant une période de T_h heures, la tension finale moyenne par élément n'étant pas inférieure à 1,50 V.

Si, toutefois, la tension de 1,50 V par élément est atteinte avant T_h de décharge, le courant peut être interrompu. En ce cas, l'échantillon n'a pas satisfait à cet essai d'aptitude à la décharge rapide.

- 13.7 Après l'essai, la batterie est complètement rechargée, conformément à l'article 9.

14. Essai d'endurance en cycles

- 14.1 L'essai doit être effectué sur des éléments échantillonnés conformément à l'article 10.

12. Charge retention test

- 12.1 After having undergone a capacity test in accordance with Clause 11, and having obtained a capacity C_a , the battery is recharged (in accordance with Clause 9). Its surface shall be cleaned and dried in order to remove any traces of conductive material or electrolyte.
- 12.2 The battery shall be stored on open circuit (i.e. without a connected electric load) at an average electrolyte temperature of $20 \pm 2^\circ\text{C}$ for a period of 28 days (672 h).

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

- 12.3 At the end of the open circuit storage, in accordance with Sub-clause 12.2, the temperature of the electrolyte is adjusted to the range indicated in Sub-clause 11.1. Then the residual capacity C_r shall be determined by a discharge at the standard current I_N (see Sub-clause 3.2) and thereafter in accordance with Sub-clauses 11.4 to 11.7.
- 12.4 The residual capacity C_r shall be not less than $0.85 C_a$.
- 12.5 After the test, the battery shall be fully recharged in accordance with Clause 9.

13. High-rate discharge performance test

- 13.1 The test to verify the high-rate performance value (I_h) shall be carried out on a new battery the capacity C_a of which has been developed – if necessary – by repeated discharge/charge cycles to 100% of C_N (see Sub-clause 11.7).
- 13.2 The initial electrolyte temperature (t_0) of the battery and the ambient temperature shall be in accordance with Sub-clause 11.1.
- 13.3 Within 1 h to 24 h after the end of charging, the battery shall be subjected to a discharge at the current I_h specified by the manufacturer (see Clause 5).

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

- 13.4 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.
- 13.5 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:

$$T_h = 0.5 [1 + 0.008 (t_0 - 30)] \quad (\text{h})$$

- 13.6 The cells or batteries shall then 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 voltage of 1.50 V per cell be reached prior to discharge T_h , the current may be interrupted. In this latter case, the cells or batteries on discharge have failed this test.

- 13.7 After the test, the battery shall be fully recharged in accordance with Clause 9.

14. Cyclic endurance test

- 14.1 The test shall be carried out on cell samples as specified in Clause 10.