

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61982-2

Première édition
First edition
2002-08

**Accumulateurs pour la propulsion
des véhicules routiers électriques –**

**Partie 2:
Essai de performance de décharge dynamique
et essai d'endurance dynamique**

**Secondary batteries for the propulsion
of electric road vehicles –**

**Part 2:
Dynamic discharge performance test
and dynamic endurance test**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61982-2:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, des publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61982-2

Première édition
First edition
2002-08

**Accumulateurs pour la propulsion
des véhicules routiers électriques –**

**Partie 2:
Essai de performance de décharge dynamique
et essai d'endurance dynamique**

**Secondary batteries for the propulsion
of electric road vehicles –**

**Part 2:
Dynamic discharge performance test
and dynamic endurance test**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Références normatives	6
2 Définitions	6
3 Conditions générales des essais.....	8
3.1 Précision des instruments de mesure	8
3.1.1 Instruments de mesure électriques	8
3.1.2 Mesure de la température	8
3.1.3 Mesure de la densité des électrolytes	8
3.1.4 Mesure du temps	8
3.2 Dispositions générales.....	8
3.2.1 Régime de vitesse de réponse du courant.....	8
3.2.2 Température – électrolyte accessible.....	8
3.2.3 Température – électrolyte non accessible.....	10
3.2.4 Lecture de la densité des électrolytes.....	10
3.3 Préparation des échantillons d'essai.....	10
3.4 Conditions d'essai	10
3.5 Charge et repos après la charge.....	10
4 Procédures d'essais.....	10
4.1 Capacité assignée et conditionnement.....	10
4.1.1 Considérations de base.....	10
4.1.2 Conditionnement.....	12
4.2 Essai de performance de décharge dynamique.....	12
4.2.1 Considérations de base.....	12
4.2.2 Détermination du cycle des essais sans charge régénératrice.....	12
4.2.3 Définition du cycle des essais avec charge régénératrice.....	12
4.2.4 Définition des performances de décharge dynamique	12
4.3 Essai d'endurance dynamique	14
4.3.1 Considérations de base	14
4.3.2 Cycle d'essai sans charge régénératrice	14
4.3.3 Cycle d'essai avec charge régénératrice	14
4.3.4 Essai d'endurance	14
4.4 Remarques	16
4.4.1 Comparaison d'accumulateurs	16
4.4.2 Définition de la tension d'un élément	16
4.4.3 Séquence d'essais.....	16
4.4.4 Nombre d'éléments d'essai lors de l'essai de capacité dynamique	16
4.4.5 Nombre d'éléments d'essai lors de l'essai d'endurance	16
4.4.6 Support mécanique	18
Annexe A (informative) Liste de paramètres pour quelques systèmes d'accumulateurs	20

CONTENTS

FOREWORD	5
1 General	7
1.1 Scope	7
1.2 Normative references	7
2 Definitions	7
3 General test requirements	9
3.1 Accuracy of measuring instruments	9
3.1.1 Electrical measuring instruments	9
3.1.2 Temperature measurement	9
3.1.3 Electrolyte density measurement	9
3.1.4 Time measurement	9
3.2 General provisions	9
3.2.1 Current slew rate	9
3.2.2 Temperature – electrolyte accessible	9
3.2.3 Temperature – electrolyte not accessible	11
3.2.4 Electrolyte density readings	11
3.3 Preparation of the test samples	11
3.4 Test conditions	11
3.5 Charging and rest after charge	11
4 Testing procedures	11
4.1 Rated capacity and conditioning	11
4.1.1 Basic considerations	11
4.1.2 Conditioning	13
4.2 Dynamic discharge performance test	13
4.2.1 Basic considerations	13
4.2.2 Test cycle definition without regenerative charging	13
4.2.3 Test cycle definition with regenerative charging	13
4.2.4 Definition of dynamic discharge performance	13
4.3 Dynamic endurance test	15
4.3.1 Basic considerations	15
4.3.2 Test cycle without regenerative charging	15
4.3.3 Test cycle with regenerative charging	15
4.3.4 Endurance test	15
4.4 Remarks	17
4.4.1 Comparison of batteries	17
4.4.2 Definition of cell voltage	17
4.4.3 Test sequence	17
4.4.4 Number of test cells in the dynamic capacity test	17
4.4.5 Number of test cells in the endurance test	17
4.4.6 Mechanical support	19
Annex A (informative) List of parameters for some battery systems	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ACCUMULATEURS POUR LA PROPULSION DES VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Essai de performance de décharge dynamique et essai d'endurance dynamique

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61982-2 a été établie conjointement par les comités d'études 69: Véhicules électriques destinés à circuler sur la voie publique et chariots de manutention électriques et 21: Accumulateurs, de la CEI, et par le sous-comité 21A: Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide, du comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/567/FDIS	21/570/RVD

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

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

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY BATTERIES FOR THE PROPULSION
OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –****Part 2: Dynamic discharge performance test
and dynamic endurance 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 specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61982-2 has been prepared jointly by IEC technical committees 69: Electric road vehicles and electric industrial trucks, and 21: Secondary cells and batteries, and by subcommittee 21A: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes, of IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

FDIS	Report on voting
21/567/FDIS	21/570/RVD

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

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

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

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

ACCUMULATEURS POUR LA PROPULSION DES VÉHICULES ROUTIERS ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Essai de performance de décharge dynamique et essai d'endurance dynamique

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61982 spécifie des essais et des exigences pour des essais de capacité et d'endurance, pour des batteries d'accumulateurs utilisées dans les applications de propulsion de véhicules. Son objectif est de préciser certaines caractéristiques essentielles des éléments et des batteries d'accumulateurs utilisés pour la propulsion des véhicules électriques routiers, ainsi que les méthodes d'essais correspondantes.

Les essais peuvent être utilisés spécifiquement pour tester des accumulateurs dans des véhicules tels que des véhicules de tourisme, des motos, des véhicules utilitaires légers, etc.

1.2 Références normatives

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

CEI 60050-486:1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 486: Eléments de batteries d'accumulateurs*

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

CEI 60359, *Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques*

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

2 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61982, les définitions suivantes et celles de la CEI 60050-486 s'appliquent:

2.1

tension nominale

valeur numérique de la tension d'un élément, dépendante du système électrochimique

NOTE 1 Le symbole utilisé pour la tension nominale d'un élément est « U_n (V)».

NOTE 2 Des tensions nominales sont données à l'annexe A.

2.2

capacité assignée

quantité d'électricité qu'un élément ou qu'une batterie d'accumulateurs complètement chargés peuvent délivrer, lors d'une décharge à un courant constant I_n jusqu'à une tension finale U_f , sur une période de n heures et à une température spécifiée

NOTE La capacité assignée C_n d'un élément ou d'une batterie d'accumulateurs est déclarée par le fabricant.

SECONDARY BATTERIES FOR THE PROPULSION OF ELECTRIC ROAD VEHICLES –

Part 2: Dynamic discharge performance test and dynamic endurance test

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 61982 specifies tests and requirements for capacity and endurance tests for secondary batteries used for vehicle propulsion applications. Its objective is to specify certain essential characteristics of cells and batteries used for propulsion of electric road vehicles together with the relevant test methods for their specification.

The tests may be used specifically to test batteries developed for use in vehicles such as light passenger vehicles, motor cycles, light commercial vehicles, etc.

1.2 Normative references

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

IEC 60050-486:1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 486: Secondary cells and batteries*

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

IEC 60359, *Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment*

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

2 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61982, the following definitions and those of IEC 60050-486 apply.

2.1

nominal voltage

numerical value of the voltage of a cell, dependent on the electrochemical system

NOTE 1 The symbol used for the nominal voltage of a cell is " U_n (V)".

NOTE 2 Nominal voltages are given in annex A.

2.2

rated capacity

quantity of electricity which a fully charged cell or battery can deliver, when discharged at a constant current I_n to a final voltage U_f over a period of n hours and at a specified temperature

NOTE The rated capacity C_n of a cell or battery is declared by the manufacturer.

3 Conditions générales des essais

3.1 Précision des instruments de mesure

3.1.1 Instruments de mesure électriques

3.1.1.1 Gamme des dispositifs de mesure

Les instruments utilisés doivent permettre une mesure correcte des valeurs de tension et de courant à mesurer. L'échelle et les méthodes de mesure de ces instruments doivent être choisies de façon à garantir la précision spécifiée pour chaque essai. Pour des instruments analogiques, cela implique que les lectures doivent être effectuées sur le dernier tiers de l'échelle graduée.

Tout autre instrument de mesure peut être utilisé dans la mesure où il donne une précision équivalente.

3.1.1.2 Mesure de la tension

Les instruments utilisés pour la mesure de la tension doivent être des voltmètres d'une classe de précision au moins égale à 0,5. La résistance des voltmètres utilisés doit être au moins de 1 000 Ω/V (voir la CEI 60051 ou la CEI 60485).

3.1.1.3 Mesure du courant

Les instruments utilisés pour mesurer le courant doivent être des ampèremètres d'une classe de précision au moins égale à 0,5. L'assemblage complet des ampèremètres, des shunts et des câbles doit être d'une classe de précision d'au moins 0,5 (voir la CEI 60051 ou se référer à la CEI 60359).

3.1.2 Mesure de la température

Les instruments de mesure de la température doivent avoir une échelle de graduation qui convient et dans laquelle la valeur de chaque division graduée ne dépasse pas 1 K. La précision absolue de l'instrument doit être au moins de 0,5 K.

3.1.3 Mesure de la densité des électrolytes

Pour mesurer la densité des électrolytes, des hydromètres doivent être utilisés avec des échelles graduées de telle sorte que la valeur de chaque division ne dépasse pas 5 kg/m³. La précision absolue de l'instrument doit être d'au moins 5 kg/m³.

3.1.4 Mesure du temps

Les instruments utilisés pour mesurer le temps doivent avoir une précision d'au moins ± 1 %.

NOTE N'importe quel instrument peut être utilisé à condition que les exigences de précision de 3.1 soient maintenues.

3.2 Dispositions générales

3.2.1 Régime de vitesse de réponse du courant

Le régime de vitesse de réponse du courant pendant les essais de dynamique doit être ≤ 1 s d'un état stable à un autre.

3.2.2 Température – électrolyte accessible

La température de l'élément doit être mesurée en utilisant une sonde immergée dans l'électrolyte au-dessus des plaques.

3 General test requirements

3.1 Accuracy of measuring instruments

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 correctly 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 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 (see IEC 60051 or IEC 60485).

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 (see IEC 60051 or refer to IEC 60359).

3.1.2 Temperature measurement

The temperature measuring instruments 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.

3.1.3 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 General provisions

3.2.1 Current slew rate

The current slew rate during the dynamic tests shall be ≤ 1 s from one steady state to the next.

3.2.2 Temperature – electrolyte accessible

The cell temperature shall be measured by use of a temperature probe immersed in the electrolyte above the plates.

3.2.3 Température – électrolyte non accessible

La température de l'élément doit être mesurée en utilisant un système de mesure de température de surface. La température doit être mesurée à l'endroit qui reflétera le mieux la température de l'électrolyte.

3.2.4 Lecture de la densité des électrolytes

A cause des temps de stabilisation différents entre éléments, les lectures de densité des électrolytes doivent être prises aux moments les plus appropriés pour l'échantillon d'essai mais en tenant compte également des contraintes du régime d'essai.

3.3 Préparation des échantillons d'essai

Les éléments constituant l'unité d'essai et sujets à des essais de performance de décharge dynamique ou à un essai d'endurance dynamique doivent avoir préalablement atteint une capacité réelle au moins égale à la capacité assignée.

3.4 Conditions d'essai

L'essai d'endurance dynamique doit être effectué avec l'unité d'essai, de préférence partiellement immergée dans un bain d'huile ou d'eau. La température doit être maintenue dans les valeurs définies pour l'essai à ± 2 °C et la circulation dans le bain doit permettre un refroidissement des éléments efficace. Les températures d'essai sont spécifiées à l'annexe A.

Quand des contraintes physiques empêchent l'utilisation de refroidisseurs liquides, des refroidisseurs à air peuvent être utilisés. Dans ce cas, et pour des accumulateurs intégrant un système de contrôle thermique, les mêmes conditions d'essai qu'avec un contrôle thermique liquide doivent être appliquées.

Pendant l'essai, si applicable et si nécessaire, le niveau de l'électrolyte doit être maintenu dans les limites recommandées par le fabricant.

3.5 Charge et repos après la charge

Les éléments doivent être chargés selon la procédure de charge spécifiée par le fabricant et dans les limites de la présente norme avant l'essai de décharge. Après la charge, l'échantillon d'essai doit être mis au repos de 1 h à 4 h à la température ambiante à laquelle se déroulera l'essai de décharge.

4 Procédures d'essais

4.1 Capacité assignée et conditionnement

4.1.1 Considérations de base

Pour les besoins de cet essai, la capacité assignée (C_n) doit être considérée comme la capacité de 3 h utilisant la température et la tension finale (U_{f3}) définies à l'annexe A.

La décharge en courant constant est:

$$I_n = \frac{C_n}{3 \text{ h}}$$

où

I_n est le courant constant, en ampères (A);

C_n est la capacité assignée, en ampères-heures (Ah).

3.2.3 Temperature – electrolyte not accessible

The cell temperature shall be measured by use of a surface temperature-measuring device. The temperature shall be measured at a location, which most closely reflects the electrolyte temperature.

3.2.4 Electrolyte density readings

Because of the varying rates of stabilization of cells, electrolyte density readings shall be taken at times most appropriate to the test sample but within the constraints of the test regime.

3.3 Preparation of the test samples

Cells constituting the test unit and subjected to a dynamic discharge performance test or a dynamic endurance test shall previously have achieved an actual capacity at least equal to the rated capacity.

3.4 Test conditions

The dynamic endurance test shall be carried out with the test unit, preferably partially immersed in an oil or water bath. The temperature shall be kept within the value defined for the test ± 2 °C and circulation within the bath shall allow for efficient cooling of the cells. Test temperatures are specified in annex A.

Where physical constraints prevent the use of liquid coolants, air-cooling may be used. In this case, and for batteries with an integrated thermal management system, the same test conditions as in liquid thermal management shall be applied.

During the test, if applicable and necessary, the electrolyte level shall be kept within the limits recommended by the manufacturer.

3.5 Charging and rest after charge

The cells shall be charged in accordance with a charging procedure specified by the manufacturer and within the limits in this standard prior to the discharge test. After charging, the test sample shall be stored for 1 h to 4 h at the test ambient temperature declared for the test to be performed.

4 Testing procedures

4.1 Rated capacity and conditioning

4.1.1 Basic considerations

For the purpose of this test, the rated capacity (C_n) shall be regarded as the 3 h capacity using the temperature and final voltage (U_{f3}) defined in annex A.

The constant discharge current is:

$$I_n = \frac{C_n}{3 \text{ h}}$$

where

I_n is the constant current, in amperes (A);

C_n is the rated capacity, in ampere-hours (Ah).

4.1.2 Conditionnement

Avant de commencer l'essai, l'accumulateur doit être conditionné selon les spécifications du fabricant.

Le conditionnement des accumulateurs doit être interrompu au premier cycle dès que la capacité assignée est atteinte. Si l'accumulateur n'atteint pas la capacité assignée en 10 cycles, l'essai est arrêté.

4.2 Essai de performance de décharge dynamique

4.2.1 Considérations de base

L'objectif de cet essai est de spécifier les conditions dans lesquelles il sera possible de déterminer une valeur de capacité de l'accumulateur qui est fortement liée à la capacité disponible pour une application de véhicule routier électrique.

Dans les applications de véhicules électriques, les accumulateurs de propulsion doivent être capables de fournir des régimes de courant très différents. Les profils de conduite peuvent être simplifiés par un courant à haut régime pour l'accélération, un courant à bas régime pour la conduite à vitesse constante et un courant zéro pour les périodes de repos. En ce qui concerne la recharge de l'accumulateur pendant le freinage du véhicule (charge régénératrice), une phase de recharge à régime élevé est incorporé dans le profil d'essai.

4.2.2 Détermination du cycle des essais sans charge régénératrice

Le cycle de performance de décharge dynamique doit être représenté par un micro-cycle répété de 60 s ayant trois niveaux de courant:

- 1) I_{dh} (A) décharge / 10 s
- 2) I_{dl} (A) décharge / 20 s
- 3) I_0 (A) courant zéro / 30 s

(Voir figure 1.)

4.2.3 Définition du cycle des essais avec charge régénératrice

Le cycle de performance de décharge dynamique doit être représenté par un micro-cycle répété de 60 s ayant quatre niveaux de courant:

- 1) I_{dh} (A) décharge / 10 s
- 2) I_{dl} (A) décharge / 20 s
- 3) I_{rc} (A) recharge / 5 s
- 4) I_0 (A) courant zéro / 25 s

(Voir figure 2.)

Le fabricant peut prescrire une tension maximale qui ne doit pas être dépassée pendant la phase de recharge I_{rc} .

4.2.4 Définition des performances de décharge dynamique

4.2.4.1 Cycle d'essai sans charge régénératrice

La capacité dynamique C_{da} (mesurée en ampères-heures (Ah)) est la quantité d'électricité que des éléments d'accumulateur chargés puis mis au repos selon 3.3 peuvent fournir lors d'une décharge selon le cycle répété décrit en 4.2.2, jusqu'à une tension finale de U_f (V) par élément.

4.1.2 Conditioning

Before starting the test, the battery shall be conditioned according to the manufacturer's specifications.

The battery conditioning shall be discontinued at the first cycle where the rated capacity is achieved. If the battery fails to meet the rated value within 10 cycles, the testing is discontinued.

4.2 Dynamic discharge performance test

4.2.1 Basic considerations

The objective of this test is to specify the conditions to derive a value for the battery capacity which is closely related to the available capacity in an electric road vehicle application.

In electric vehicle applications, propulsion batteries shall be capable of supplying widely varying current rates. The driving profiles can be simplified to high-rate current for acceleration, low-rate current for constant speed driving and zero current for rest periods. When considering battery recharging during vehicle braking (regenerative charging), a high-rate recharge pulse is incorporated in the test profile.

4.2.2 Test cycle definition without regenerative charging

The dynamic discharge performance cycle shall be represented by a 60 s repeated micro-cycle having three current levels:

- 1) I_{dh} (A) discharge/10 s
- 2) I_{dl} (A) discharge/20 s
- 3) I_0 (A) zero current/30 s

(See figure 1.)

4.2.3 Test cycle definition with regenerative charging

The dynamic discharge performance cycle shall be represented by a 60 s repeated micro-cycle having four current levels:

- 1) I_{dh} (A) discharge/10 s
- 2) I_{dl} (A) discharge/20 s
- 3) I_{rc} (A) recharge/5 s
- 4) I_0 (A) zero current/25 s

(See figure 2.)

The manufacturer can prescribe a maximum voltage that shall not be exceeded during the I_{rc} pulse.

4.2.4 Definition of dynamic discharge performance

4.2.4.1 Test cycle without regenerative charging

The dynamic capacity C_{da} (measured in ampere-hours (Ah)) is the amount of discharge when cells are discharged according to the repeated cycle described in 4.2.2 starting with a battery, charged and stored according to 3.3, to a final discharge voltage of U_f (V) per cell.

4.2.4.2 Cycle d'essai avec charge régénératrice

La capacité dynamique C_{dar} (mesurée en ampères-heures (Ah)) est la quantité nette d'électricité (capacité de charge régénératrice soustraite du total de la capacité déchargée) qu'un accumulateur chargé puis mis au repos selon 3.3 peut fournir selon le cycle répété décrit en 4.2.3 jusqu'à une tension finale de décharge de U_f (V) par élément.

4.3 Essai d'endurance dynamique

4.3.1 Considérations de base

L'objectif de cet essai est de déterminer le nombre de cycles de décharges accumulé jusqu'à ce que la capacité réelle (C_{da} ou C_{dar}), en accord avec les procédures décrites ci-dessous, tombe à 80 % de la capacité initiale pendant les essais selon 4.2.2 ou 4.2.3.

4.3.2 Cycle d'essai sans charge régénératrice

Le cycle d'endurance dynamique doit être représenté par un micro-cycle répété de 60 s comme défini en 4.2.2 (voir figure 1).

La durée du cycle de décharge doit être fixée à 80 % de la valeur obtenue lorsque l'accumulateur a été essayé selon 4.2.2 et évalué en accord avec 4.2.4.1, avant l'essai d'endurance.

4.3.3 Cycle d'essai avec charge régénératrice

Le cycle d'endurance dynamique doit être représenté par un micro-cycle répété de 60 s comme défini en 4.2.3 (voir figure 2).

La durée du cycle de décharge doit être fixée à 80 % de la valeur obtenue lorsque l'accumulateur a été essayé selon 4.2.3 et évalué en accord avec 4.2.4.2, avant l'essai d'endurance.

4.3.4 Essai d'endurance

4.3.4.1 Conditions de charge

La recharge doit être entreprise dans l'heure suivant la décharge précédente. Il convient que le profil de charge, comme défini par le fabricant, permette de préférence une recharge complète dans les 8 h.

4.3.4.2 Repos après la charge

Après la recharge, l'accumulateur doit être mis au repos pendant une période allant de 1 h à 4 h.

4.3.4.3 Décharge

La décharge doit être entreprise en utilisant le cycle d'essai décrit en 4.3.2 ou 4.3.3.

4.3.4.4 Fréquence des cycles

Les périodes de charge et de repos doivent être organisées, si possible, pour permettre au moins deux cycles de charge/décharge par jour.

4.3.4.5 Vérification de capacité

A des intervalles réguliers de 50 cycles, des essais de performance de décharge dynamique doivent être pratiqués selon 4.2.2 ou 4.2.3 pour enregistrer l'évolution de capacité.

4.2.4.2 Test cycle with regenerative charging

The dynamic capacity C_{dar} (measured in ampere-hours (Ah)) is the net amount of discharge (regenerative charge capacity subtracted from the total discharged capacity) when cells are discharged according to the repeated cycle described in 4.2.3 starting with a battery, charged and stored according to 3.3, to a final discharge voltage of U_f (V) per cell.

4.3 Dynamic endurance test

4.3.1 Basic considerations

The objective of this test is to determine the number of discharge cycles accumulated until the actual capacity (C_{da} or C_{dar}), according to the procedures described below, falls to 80 % of the initial capacity when tested according to 4.2.2 or 4.2.3.

4.3.2 Test cycle without regenerative charging

The dynamic endurance cycle shall be represented by a 60 s repeated micro-cycle as defined in 4.2.2 (see figure 1).

The discharge cycle duration shall be fixed to 80 % of the value obtained when the battery was tested according to 4.2.2, and assessed according to 4.2.4.1, prior to the endurance test.

4.3.3 Test cycle with regenerative charging

The dynamic endurance cycle shall be represented by a 60 s repeated micro-cycle as defined in 4.2.3 (see figure 2).

The discharge cycle duration shall be fixed to 80 % of the value obtained when the battery was tested according to 4.2.3, and assessed according to 4.2.4.2, prior to the endurance test.

4.3.4 Endurance test

4.3.4.1 Charge conditions

The recharge shall follow within 1 h after the previous discharge. The charge profile, as stated by the manufacturer, preferably should allow for a full recharge within 8 h.

4.3.4.2 Rest after charge

After the recharge, the battery shall be stored for 1 h to 4 h.

4.3.4.3 Discharge

The discharge shall be carried out using the test cycle described in 4.3.2 or 4.3.3.

4.3.4.4 Cycling frequency

When possible, the charge and rest periods shall be arranged to allow at least two charge/discharge cycles per day.

4.3.4.5 Capacity check

At regular intervals of 50 cycles, a dynamic discharge performance test shall be performed according to 4.2.2 or 4.2.3 to record the capacity development.

4.3.4.6 Régénération

Un cycle de régénération des accumulateurs spécifié par le fabricant est permis à des intervalles de non moins de 50 cycles de charge/décharge.

4.3.4.7 Critère de fin de vie

La fin de vie est atteinte quand la capacité tombe à 80 % de la capacité obtenue lors de l'essai de l'accumulateur selon 4.2.2 ou 4.2.3, réalisé avant l'essai d'endurance, ou moins pendant deux cycles consécutifs.

L'essai d'endurance est alors considéré comme terminé.

4.3.4.8 Enregistrement

Les valeurs suivantes doivent être enregistrées:

- capacité calculée pour chaque cycle de décharge;
- capacité cumulative de décharge;
- nombre total de cycles de décharge accomplis.

4.4 Remarques

4.4.1 Comparaison d'accumulateurs

Les résultats de ces essais de performance de décharge dynamique et d'endurance dynamique sont destinés à la comparaison d'accumulateurs d'un même système électro-chimique.

4.4.2 Définition de la tension d'un élément

La tension d'un élément doit être la tension de l'unité à l'essai divisé par le nombre d'éléments.

4.4.3 Séquence d'essais

Les essais concernant:

- le conditionnement (voir 4.1),
- l'essai de performance de décharge dynamique (voir 4.2),
- l'essai d'endurance dynamique (voir 4.3)

doivent être exécutés dans l'ordre stipulé dans cette norme.

4.4.4 Nombre d'éléments d'essai lors de l'essai de capacité dynamique

L'essai de performance de décharge dynamique (voir 4.2) peut être exécuté soit sur une nouvelle batterie d'accumulateurs complète soit sur une partie représentative de celle-ci.

4.4.5 Nombre d'éléments d'essai lors de l'essai d'endurance

L'essai d'endurance dynamique (voir 4.3) est destructif et doit être exécuté sur une batterie d'accumulateurs d'au moins cinq éléments d'un même type connectés en série. L'essai peut être exécuté soit sur une nouvelle batterie d'accumulateurs complète, soit sur une partie représentative de celle-ci.

4.3.4.6 Reconditioning

A reconditioning cycle specified by the manufacturer is allowed at intervals of not less than 50 charge/discharge cycles.

4.3.4.7 End-of-life criterion

The end of life is reached when the capacity falls to 80 % of the capacity obtained when the battery was tested according to 4.2.2 or 4.2.3, prior to the endurance test, or less on two consecutive cycles.

The endurance test is then considered as completed.

4.3.4.8 Recording

The following shall be recorded:

- calculated capacity for each discharge cycle;
- cumulative discharge capacity;
- total number of discharge cycles achieved.

4.4 Remarks

4.4.1 Comparison of batteries

The results of the dynamic discharge performance and dynamic endurance test are intended for the comparison of batteries of the same electrochemical system.

4.4.2 Definition of cell voltage

The cell voltage shall be the voltage of the test unit divided by the number of cells.

4.4.3 Test sequence

The tests according to:

- conditioning (see 4.1),
- dynamic discharge performance test (see 4.2),
- dynamic endurance test (see 4.3)

shall be carried out in the order stated in this standard.

4.4.4 Number of test cells in the dynamic capacity test

The dynamic discharge performance test (see 4.2) may be carried out either on a new complete battery or on a representative part thereof.

4.4.5 Number of test cells in the endurance test

The dynamic endurance test (see 4.3) is destructive and shall be executed on a battery with a minimum of five cells of the same type connected in series. The testing may be carried out either on a new complete battery or on a representative part thereof.