

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61427

Deuxième édition
Second edition
2005-05

**Accumulateurs pour les systèmes
photovoltaïques (SPV) –
Exigences générales et méthodes d'essais**

**Secondary cells and batteries
for photovoltaic energy systems (PVES) –
General requirements and methods of test**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61427:2005

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61427

Deuxième édition
Second edition
2005-05

**Accumulateurs pour les systèmes
photovoltaïques (SPV) –
Exigences générales et méthodes d'essais**

**Secondary cells and batteries
for photovoltaic energy systems (PVES) –
General requirements and methods of test**

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	10
4 Conditions d'utilisation	10
4.1 Système photovoltaïque	10
4.2 Accumulateurs	10
4.3 Conditions générales de fonctionnement	10
5 Exigences générales	18
5.1 Résistance mécanique	18
5.2 Rendement de la charge	20
5.3 Protection contre les décharges profondes	20
5.4 Marquage	20
5.5 Sécurité	20
5.6 Documentation	20
6 Caractéristiques fonctionnelles	22
7 Conditions générales d'essai	22
7.1 Précision des instruments de mesure	22
7.2 Préparation et maintenance des échantillons pour les essais	22
8 Méthode d'essai	22
8.1 Essai de capacité	22
8.2 Essai d'endurance en cycles	24
8.3 Essai de conservation de la charge	24
8.4 Essai d'endurance en cycles pour applications photovoltaïques (conditions extrêmes)	24
9 Utilisation recommandée des essais	28
9.1 Essai de type	28
9.2 Essai de réception	28
Tableau 1 – Courants de charge et décharge	12
Tableau 2 – Valeurs limites pour les conditions de stockage des accumulateurs en application photovoltaïque	16
Tableau 3 – Valeurs limites pour les conditions de fonctionnement des accumulateurs en application photovoltaïque	16
Tableau 4 – Rendement des accumulateurs (Ah) à différents états de charge à la température de référence et pour une profondeur de décharge journalière de moins de 20 % de la capacité assignée	20
Tableau 5 – Capacités typiques des accumulateurs en application photovoltaïque	24
Tableau 6 – Phase A – Cyclage peu profond à un faible état de charge	26
Tableau 7 – Phase B – Cyclage peu profond à un état de charge élevé	26

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	11
4 Conditions of use	11
4.1 Photovoltaic energy system.....	11
4.2 Secondary cells and batteries.....	11
4.3 General operating conditions.....	11
5 General requirements.....	19
5.1 Mechanical endurance.....	19
5.2 Charge efficiency	21
5.3 Deep discharge protection.....	21
5.4 Marking	21
5.5 Safety	21
5.6 Documentation	21
6 Functional characteristics.....	23
7 General test conditions.....	23
7.1 Accuracy of measuring instruments	23
7.2 Preparation and maintenance of test samples	23
8 Test method	23
8.1 Capacity test.....	23
8.2 Endurance in cycle test	25
8.3 Charge retention test.....	25
8.4 Cycle endurance test in photovoltaic application (extreme conditions).....	25
9 Recommended use of tests.....	29
9.1 Type test.....	29
9.2 Acceptance test.....	29
Table 1 – Charge and discharge currents.....	13
Table 2 – Limit values for storage conditions of batteries for photovoltaic applications.....	17
Table 3 – Limit values for operating conditions of batteries for photovoltaic applications	17
Table 4 – Battery Ah-efficiency at different states of charge at the reference temperature and a daily depth of discharge of less than 20 % of the rated capacity	21
Table 5 – Typical capacity ratings of batteries in photovoltaic applications.....	25
Table 6 – Phase A – Shallow cycling at low state of charge	27
Table 7 – Phase B – Shallow cycling at high state of charge.....	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ACCUMULATEURS POUR LES SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (SPV) – EXIGENCES GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAIS

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61427 a été établie par le comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1999. Cette édition constitue une révision technique.

Cette deuxième édition est une restructuration de la précédente édition du document, clarifiant les différents articles en ce qui concerne les conditions d'utilisation, exigences générales, caractéristiques fonctionnelles, conditions générales d'essai, méthode d'essai et utilisation recommandée des essais, pour une meilleure compréhension de l'utilisateur final. La méthode d'essai est clairement expliquée en détail pour les deux technologies: plomb-acide et nickel-cadmium.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY CELLS AND BATTERIES
FOR PHOTOVOLTAIC ENERGY SYSTEMS (PVES)–
GENERAL REQUIREMENTS AND METHODS OF TEST**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61427 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1999. This edition constitutes a technical revision.

This second edition is a restructuring of the previous edition of the document, clarifying the different clauses with regard to conditions of use, general requirements, functional characteristics, general tests conditions, test method and recommended use of tests, the aim being to ensure a better understanding by the end user. The test method is clearly explained in detail for both technologies: lead-acid and nickel-cadmium.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/621/FDIS	21/624/RVD

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

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

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

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

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

FDIS	Report on voting
21/621/FDIS	21/624/RVD

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

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

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

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

ACCUMULATEURS POUR LES SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES (SPV) – EXIGENCES GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAIS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne des informations générales relatives aux exigences applicables aux accumulateurs utilisés dans les systèmes photovoltaïques (SPV) et aux méthodes d'essais spécifiques utilisées pour la vérification des performances de l'accumulateur.

Cette Norme internationale ne contient pas d'informations spécifiques relatives aux dimensions des accumulateurs, aux méthodes de charge ou à la conception des systèmes photovoltaïques.

NOTE La présente norme s'applique aux accumulateurs au plomb-acide et au nickel-cadmium. D'autres systèmes électrochimiques seront inclus dans cette norme dès leur apparition sur le marché.

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 60050-482:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

CEI 60622, *Accumulateurs alcalins ou autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables étanches au nickel-cadmium*

CEI 60623, *Accumulateurs alcalins ou autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments individuels parallélépipédiques rechargeables ouverts au nickel-cadmium*

CEI 60721-1, *Classification des conditions d'environnement – Partie 1: Agents d'environnement et leurs sévérités*

CEI 60896-11, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 11: Batteries au plomb du type ouvert – Prescriptions générales et méthodes d'essai*

CEI 60896-21, *Batteries stationnaires au plomb – Partie 21: Types étanches à soupapes – Méthodes d'essai*

CEI 61056-1, *Batteries d'accumulateurs au plomb-acide pour usage général (types à soupapes) – Partie 1: Prescriptions générales et caractéristiques fonctionnelles – Méthodes d'essai*

CEI 61836, *Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire – Termes et symboles*

CEI 62259, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments d'accumulateurs individuels parallélépipédiques au nickel-cadmium à recombinaison partielle des gaz*

SECONDARY CELLS AND BATTERIES FOR PHOTOVOLTAIC ENERGY SYSTEMS (PVES) – GENERAL REQUIREMENTS AND METHODS OF TEST

1 Scope

This International Standard gives general information relating to the requirements of the secondary batteries used in photovoltaic energy systems (PVES) and to the typical methods of test used for the verification of battery performances.

This International Standard does not include specific information relating to battery sizing, method of charge or PVES design.

NOTE This standard is applicable to lead-acid and nickel-cadmium cells and batteries. It is intended to amend this standard to include other electrochemical systems when they become available.

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 60050-482:2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 60622, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Sealed nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60623, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

IEC 60721-1, *Classification of environmental conditions – Part 1: Environmental parameters and their severities*

IEC 60896-11, *Stationary lead-acid batteries – Part 11: Vented types – General requirements and methods of test*

IEC 60896-21, *Stationary lead-acid batteries – Part 21: Valve-regulated types – Methods of test*

IEC 61056-1, *General purpose lead-acid batteries (valve-regulated types) – Part 1: General requirements, functional characteristics – Methods of test*

IEC 61836, *Solar photovoltaic energy systems – Terms and symbols*

IEC 62259, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Nickel cadmium prismatic secondary single cells with partial gas recombination*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions et termes applicables aux accumulateurs donnés dans la CEI 60050-482 et ceux spécifiques aux systèmes des générateurs photovoltaïques donnés dans la CEI 61836 s'appliquent.

4 Conditions d'utilisation

Cet article précise les conditions particulières de fonctionnement que subissent les accumulateurs pour applications photovoltaïques pendant leur utilisation.

4.1 Système photovoltaïque

Le système photovoltaïque avec accumulateurs dont traite cette norme peut fournir une puissance constante, variable ou intermittente à l'équipement connecté. Ce système peut inclure les systèmes hybrides ou connectés en réseau. Les équipements connectés peuvent être des pompes, des réfrigérateurs, des systèmes d'éclairage, des systèmes de communication, etc.

4.2 Accumulateurs

Les accumulateurs principalement utilisés dans les systèmes photovoltaïques sont des types suivants:

- ouverts;
- étanches à soupapes y compris ceux avec recombinaison de gaz partielle;
- étanches scellés (nickel-cadmium seulement).

Les accumulateurs peuvent normalement être livrés dans les conditions suivantes:

- déchargés vides (accumulateurs au nickel-cadmium seulement);
- chargés remplis;
- chargés secs et vides (accumulateurs au plomb-acide seulement);
- déchargés remplis (accumulateurs au nickel-cadmium seulement).

Pour une durée de vie optimale, les instructions de mise en service de la batterie prescrites par le fabricant doivent être suivies.

4.3 Conditions générales de fonctionnement

Les accumulateurs en système photovoltaïque typique dans des conditions climatiques tempérées peuvent se trouver dans les situations détaillées ci-dessous.

4.3.1 Autonomie

L'accumulateur est conçu pour fournir de l'énergie dans des conditions spécifiques pour une période donnée, typiquement des périodes allant de 3 jours à 15 jours avec ou sans ensoleillement.

NOTE Lors du calcul de la capacité requise d'un accumulateur, il convient de prendre en considération les paramètres suivants, par exemple:

- le cycle saisonnier/journalier requis (il peut y avoir des restrictions sur la profondeur de décharge maximale);
- le temps requis pour accéder au site;
- le vieillissement;
- la température d'exploitation;
- l'augmentation future de la consommation d'énergie avec de nouveaux équipements.

3 Terms and definitions

For the purpose of this document, the definitions and terms for secondary cells and batteries given in IEC 60050-482, and those for photovoltaic generator systems given in IEC 61836 apply.

4 Conditions of use

This clause specifies the particular operating conditions experienced by secondary batteries in photovoltaic applications during their use.

4.1 Photovoltaic energy system

The photovoltaic energy system with secondary batteries referred to in this standard can supply a constant, variable, or intermittent energy to the connected equipment. This system may include hybrid or grid-connected systems. The connected equipments may be pumps, refrigerators, lighting systems, communication systems, etc.

4.2 Secondary cells and batteries

Secondary cells and batteries mainly used in photovoltaic energy systems are of the following types:

- vented (flooded);
- valve-regulated, including those with partial gas recombination;
- gastight sealed (nickel-cadmium only).

The cells and batteries can normally be delivered in the following conditions:

- discharged and drained (nickel-cadmium batteries only);
- charged and filled;
- dry charged and unfilled (lead-acid batteries only);
- discharged and filled (nickel-cadmium batteries only).

For optimum service life, the battery manufacturer's instructions for initial charge of the battery shall be followed.

4.3 General operating conditions

Batteries in a typical PV system operating under average site weather conditions may be subjected to the following conditions:

4.3.1 Autonomy time

The battery is designed to supply energy under specified conditions for a period of time, typically from 3 days to 15 days, with or without solar irradiation.

NOTE When calculating the required battery capacity, the following items should be considered, e.g.:

- required daily/seasonal cycle (there may be restrictions on the maximum depth of discharge);
- time required to access the site;
- ageing;
- operating temperature;
- future expansion of the load.

4.3.2 Courants de charge et de décharge typiques

Le courant de charge produit par le générateur photovoltaïque et le courant de décharge déterminé par le circuit d'utilisation sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Courants de charge et décharge

	Plomb acide	Nickel cadmium
Courant de charge produit par le générateur photovoltaïque		
Courant de charge maximal	$I_{20} = C_{20}/20h$	$I_{20} = I_t / 20$
Courant de charge moyen	$I_{50} = C_{50}/50h$	$I_{50} = I_t / 50$
Courant de décharge déterminé par le circuit d'utilisation		
Courant de décharge moyen	$I_{120} = C_{120}/120h$	$I_{120} = I_t / 120$

NOTE 1 Selon la conception du système, par exemple pour les systèmes hybrides, le courant de charge et le courant de décharge peuvent varier de façon plus large.

NOTE 2 Dans certains systèmes, il faut que le courant côté utilisation soit fourni en même temps que le courant de charge de la batterie.

NOTE 3

<u>Pour plomb acide</u>	<u>Pour nickel cadmium</u>
C_n est la capacité assignée (Ah)	C_n est la capacité assignée (Ah)
n est la base de temps en heures pour laquelle la capacité est déclarée	n est la base de temps en heures pour laquelle la capacité est déclarée
t est le temps en heures	t est le temps en heures
$I_n = C_n / t$	Voir CEI 61434 pour l'essai électrique de référence I_t . $I_t = C_n \text{ Ah}/1 \text{ h}$ et $I_n = I_t / t$

4.3.3 Cycle journalier

L'accumulateur est normalement exposé à un cycle journalier avec:

- une charge pendant la journée;
- une décharge pendant la nuit.

Une utilisation typique journalière résulte en une décharge comprise entre 2 % et 20 % de la capacité de l'accumulateur.

4.3.4 Cycle saisonnier

L'accumulateur peut être exposé à un cycle saisonnier de l'état de charge selon des conditions de charge moyenne variables comme suit:

- périodes de faible ensoleillement, par exemple pendant l'hiver, causant une faible production d'énergie. L'état de charge de l'accumulateur (capacité disponible) peut descendre à 20 % ou moins de la capacité assignée;
- périodes de fort ensoleillement, par exemple en été, ce qui ramènera pratiquement l'accumulateur à des conditions de charge complète, avec la possibilité que l'accumulateur soit surchargé.

4.3.2 Typical charge and discharge currents

The charge current generated by the photovoltaic generator and the discharge current determined by the load are shown in Table 1.

Table 1 – Charge and discharge currents

	Lead acid	Nickel cadmium
Charge current generated by the PV generator		
Maximum charge current	$I_{20} = C_{20}/20h$	$I_{20} = I_t/20$
Average charge current	$I_{50} = C_{50}/50h$	$I_{50} = I_t/50$
Discharge current determined by the load		
Average discharge current	$I_{120} = C_{120}/120h$	$I_{120} = I_t/120$

NOTE 1 Depending on the system design, e.g. for hybrid systems, the charge and the discharge current may vary in a wider range.

NOTE 2 In some systems the load current must be supplied at the same time as the battery charging current.

NOTE 3

For Lead Acid	For Nickel Cadmium
C_n is the rated capacity (Ah)	C_n is the rated capacity (Ah)
n is the time base in hours for which the capacity is declared	n is the time base in hours for which the capacity is declared
t is the time in hours	t is the time in hours
$I_n = C_n / t$	See IEC 61434 for the reference test current I_t
	$I_t = C_n \text{ (Ah) } / 1 \text{ h and } I_n = I_t / t$

4.3.3 Daily cycle

The battery is normally exposed to a daily cycle as follows:

- charging during daylight hours;
- discharging during night-time hours.

A typical daily usage results in a discharge between 2 % to 20 % of the battery capacity.

4.3.4 Seasonal cycle

The battery may be exposed to a seasonal cycle of state of charge. This arises from varying average-charging conditions as follows:

- periods with low solar irradiation, for instance during winter causing low energy production. The state of charge of the battery (available capacity) can go down to 20 % of the rated capacity or less;
- periods with high solar irradiation, e.g. in summer, which will bring the battery up to the fully charged condition, with the possibility that the battery could be overcharged.

4.3.5 Période d'état de charge élevé

En été par exemple, la batterie d'accumulateurs fonctionnera à un état de charge élevé, habituellement entre 80 % et 100 % de la capacité assignée.

La tension maximale de la batterie d'accumulateurs pendant la période de recharge est normalement limitée par un système régulateur de tension.

NOTE Dans un système photovoltaïque «autorégulé», la tension de l'accumulateur n'est pas limitée par un contrôleur de charge mais par les caractéristiques du générateur photovoltaïque.

Le concepteur du système choisit normalement la tension de charge maximale de la batterie d'accumulateurs comme un compromis permettant de ramener aussi vite que possible la batterie à un état voisin de la pleine charge pendant la période d'été tout en évitant une surcharge excessive.

La surcharge augmente la production de gaz, ce qui conduit à une consommation d'eau dans les éléments ouverts. Dans les éléments au plomb étanches à soupapes, la surcharge provoque une consommation d'eau et des émissions gazeuses moindres, mais davantage de chaleur.

Typiquement, la tension maximale de charge est 2,4 V par élément pour les accumulateurs au plomb-acide et 1,55 V par élément pour les accumulateurs au nickel-cadmium à la température de référence spécifiée par la fabricant. Certains régulateurs permettent à la tension de l'accumulateur de dépasser ces valeurs pendant une courte période en tant que «charge d'égalisation ou charge élevée». Si la température de fonctionnement s'éloigne de manière significative de la température de référence, la tension de charge doit être compensée en fonction de la température de la batterie selon les instructions du fabricant.

L'espérance de vie prévue d'un accumulateur dans un système photovoltaïque, même régulièrement maintenu à un état de charge élevé, peut être considérablement inférieure à la durée de vie annoncée pour un accumulateur maintenu en charge flottante.

4.3.6 Période prolongée en faible état de charge

Pendant les périodes de faible ensoleillement, l'énergie produite par le panneau photovoltaïque peut ne pas être suffisante pour recharger complètement l'accumulateur. L'état de charge baisse alors et le cyclage se fait à un faible état de charge. Un faible ensoleillement sur le panneau photovoltaïque peut être le résultat d'une situation géographique donnée, associée à l'hiver, à des périodes nuageuses et de pluies importantes, à une accumulation de poussières sur les panneaux.

4.3.7 Stratification de l'électrolyte

La stratification de l'électrolyte peut survenir dans les accumulateurs au plomb-acide. Dans les accumulateurs au plomb-acide ouverts, la stratification de l'électrolyte peut être évitée grâce à un brassage de l'électrolyte ou à une surcharge périodique en cours d'utilisation. Dans les accumulateurs plomb-acide étanches à soupapes, la stratification de l'électrolyte peut être évitée soit par conception soit en les exploitant selon les instructions du fabricant.

4.3.8 Stockage

Les recommandations de stockage des fabricants doivent être respectées. En l'absence d'information de la part des fabricants, on peut estimer la durée de stockage en fonction des conditions climatiques selon le Tableau 2 ci-dessous.

4.3.5 Period of high state of charge

During summer for example, the battery will be operated at a high state of charge (SOC), typically between 80 % and 100 % of rated capacity.

A voltage regulator system normally limits the maximum battery voltage during the recharge period.

NOTE In a "self-regulated" PV system, the battery voltage is not limited by a charge controller but by the characteristics of the PV generator.

The system designer normally chooses the maximum charge voltage of the battery as a compromise allowing to recover to a maximum state of charge (SOC) as early as possible in the summer season but without substantially overcharging the battery.

The overcharge increases the gas production resulting in water consumption in vented cells. In valve-regulated lead-acid cells, the overcharge will cause a lesser increase of water consumption and gas emission but more heat generation.

Typically the maximum charge voltage is 2,4 V per cell for lead-acid batteries and 1,55 V per cell for nickel-cadmium batteries at the reference temperature specified by the manufacturer. Some regulators allow the battery voltage to exceed these values for a short period as an equalizing or boost charge. Charge voltage compensation shall be used according to the battery manufacturer instructions if the battery operating temperature deviates significantly from the reference temperature.

The expected life-time of a battery in a PV system even kept regularly at a high state of charge may be considerably less than the published life of the battery used under continuous float charge.

4.3.6 Period of sustained low state of charge

During periods of low solar irradiation, the energy produced by the photovoltaic array may not be sufficient to fully recharge the battery. The state of charge will then decrease and cycling will take place at a low state of charge. The low solar irradiation on the photovoltaic array may be a result of the geographical location combined with the winter periods, heavy clouds, rains or accumulation of dust on photovoltaic array.

4.3.7 Electrolyte stratification

Electrolyte stratification may occur in lead-acid batteries. In vented lead-acid batteries, electrolyte stratification can be avoided by electrolyte agitation or periodic overcharge whilst in service. In valve regulated lead-acid (VRLA) batteries, electrolyte stratification can be avoided by design or by operating them according to the manufacturer's instructions.

4.3.8 Storage

Manufacturers' recommendations for storage shall be observed. In the absence of such information, the storage period may be estimated according to the climatic conditions as shown in Table 2 as below.

Tableau 2 – Valeurs limites pour les conditions de stockage des accumulateurs en application photovoltaïque

Type d'accumulateurs	Plage de températures °C	Humidité %	Période de stockage pour les accumulateurs	
			Avec électrolyte	Sans électrolyte
Plomb acide	–20 à +40	<90	Jusqu'à 6 mois	1-2 ans (chargés secs)
Nickel cadmium (pochette)	–20 à +50 (électrolyte standard)	<90	Jusqu'à 6 mois	1-3 ans (totalement déchargés, vidés et étanches)
	–40 à +50 (électrolyte à haute densité)			

En présence d'électrolyte, les batteries plomb-acide ou nickel-cadmium doivent être stockées en état de charge complet.

Une perte de capacité peut provenir de l'exposition de l'accumulateur à une température et une humidité élevées pendant le stockage.

NOTE La température d'un accumulateur stocké dans un conteneur au soleil peut monter à 60 °C ou plus pendant la journée. Il convient d'éviter cela en le mettant à l'ombre ou en le refroidissant.

4.3.9 Température de fonctionnement

Les variations de température auxquelles est soumise une batterie d'accumulateurs sur site pendant le fonctionnement est un facteur important dans le choix d'une batterie d'accumulateurs et de la durée de vie espérée (voir la CEI 60721-1 pour les définitions des conditions climatiques).

Les recommandations données par les fabricants concernant les conditions de température et d'humidité en fonctionnement doivent être observées. En l'absence de ces indications, les conditions de température et d'humidité peuvent être celles données dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Valeurs limites pour les conditions de fonctionnement des accumulateurs en application photovoltaïque

Type d'accumulateurs	Plage de températures °C	Humidité %
Plomb-acide	–15 à +40	<90
Nickel-cadmium (électrolyte standard)	–20 à +45	<90
Nickel-cadmium (électrolyte à haute densité)	–40 à +45	<90
NOTE 1 Il convient de consulter le fabricant pour les températures hors de cette plage. Généralement, l'espérance de vie des batteries diminuera avec l'augmentation de température de fonctionnement.		
NOTE 2 Une température basse réduit les performances de décharge et la capacité des accumulateurs. Pour plus de détails, il convient de consulter le fabricant.		

Table 2 – Limit values for storage conditions of batteries for photovoltaic applications

Battery type	Temperature range °C	Humidity %	Storage period for batteries	
			With electrolyte	Without electrolyte
Lead-Acid	–20 to +40	<90	Up to 6 months	1-2 years (dry charged)
Nickel-Cadmium (Pocket plate type)	–20 to +50 (standard electrolyte)	<90	Up to 6 months	1-3 years (fully discharged, drained and sealed)
	–40 to +50 (high density electrolyte)			

With electrolyte, a lead-acid or nickel-cadmium battery shall be stored at full state of charge.

A loss of capacity may result from exposure of a battery to high temperature and humidity during storage.

NOTE The temperature of a battery stored in a container in direct sunlight, can rise to 60 °C or more in daytime. Choice of a shaded location or cooling should avoid this risk.

4.3.9 Operating temperature

The temperature range during operation experienced by the battery at the site is an important factor for the battery selection and the expected lifetime (see IEC 60721-1 for definitions of climatic conditions).

Manufacturers' recommendations for operating temperatures and humidity shall be observed. In the absence of such information, operating temperatures and humidity may be those shown in Table 3.

Table 3 – Limit values for operating conditions of batteries for photovoltaic applications

Battery type	Temperature range °C	Humidity %
Lead-acid	–15 to +40	<90
Nickel-cadmium (standard electrolyte)	–20 to +45	<90
Nickel-cadmium (high density electrolyte)	–40 to +45	<90
NOTE 1 The manufacturer should be consulted for temperatures outside this range. Typically the life expectancy of batteries will decrease with increasing operating temperature.		
NOTE 2 Low temperature will reduce the discharge performance and the capacity of the batteries. For details, the manufacturer should be consulted.		

4.3.10 Contrôle de la charge

Une surcharge excessive n'accroît pas l'énergie stockée dans l'accumulateur. Au lieu de cela, la surcharge a une incidence sur la consommation d'eau dans les accumulateurs ouverts et en conséquence sur la fréquence de la maintenance. De plus, les accumulateurs plomb-acide étanches à soupapes peuvent se dessécher par perte d'eau avec une perte de capacité et/ou une surchauffe.

La surcharge peut être contrôlée en utilisant des contrôleurs de charge adéquats.

Les paramètres du régulateur doivent être déterminés en fonction de la conception du générateur photovoltaïque, de l'équipement connecté, de la température et des valeurs limites de l'accumulateur conformément aux instructions du fabricant.

Les accumulateurs au plomb-acide ou au nickel-cadmium ouverts, y compris ceux à recombinaison de gaz partielle, doivent avoir suffisamment d'électrolyte pour couvrir au moins la période prévue entre chaque visite d'entretien. La surcharge dans les accumulateurs plomb-acide étanches à soupapes doit être soigneusement contrôlée afin d'atteindre la durée de vie optimale.

La consommation d'eau est mesurée pendant l'essai d'endurance en cycles (voir 8.4.5), et peut être utilisée avec les informations de conception des systèmes pour l'estimation de la fréquence d'entretien.

4.3.11 Protection physique

Des protections physiques doivent être installées pour se parer des conséquences des conditions d'installation défavorables, par exemple contre les effets:

- d'une mauvaise répartition de la température ou de températures extrêmes;
- d'une exposition directe au rayonnement solaire (rayonnement UV);
- des poussières ou du sable dans l'air;
- des atmosphères explosives;
- d'une inondation, de la condensation de vapeur d'eau ou des embruns;
- des tremblements de terre;
- des chocs et des vibrations (notamment pendant le transport).

5 Exigences générales

5.1 Résistance mécanique

Les accumulateurs pour applications photovoltaïques doivent être conçus pour résister à des contraintes mécaniques normales pendant le transport et la manutention. Un emballage ou une protection supplémentaire peuvent être nécessaires pour des transports hors route.

Un soin particulier doit être pris lors de la manutention des accumulateurs non emballés. Les instructions des fabricants doivent être respectées.

En cas d'exigences spécifiques relatives à des agressions mécaniques telles que les tremblements de terre, chocs et vibrations, on doit les étudier individuellement ou se référer à la norme correspondante relative à l'accumulateur.

4.3.10 Charge control

Excessive overcharge does not increase the energy stored in the battery. Instead, overcharge affects the water consumption in vented batteries and consequently the service interval. In addition, valve-regulated lead-acid batteries may dry out resulting in a loss of capacity and / or overheating.

Overcharge can be controlled by use of proper charge controllers.

The parameters of the regulator shall take into account the effects of the PV generator design, the load, the temperature and the limiting values for the battery as recommended by the manufacturer.

Vented lead-acid or nickel-cadmium batteries including those with partial gas recombination shall have sufficient electrolyte to cover at least the period between planned service visits. Overcharge in valve-regulated lead-acid batteries shall be carefully controlled to reach optimum lifetime.

The water consumption is measured during the cycle test (see 8.4.5) and can be used together with the system's design information to estimate the service intervals.

4.3.11 Physical protection

Physical protection shall be provided against consequences of adverse site conditions, for example, against the effects of:

- uneven distribution and extremes of temperature;
- exposure to direct sunlight (UV radiation);
- air-borne dust or sand;
- explosive atmospheres;
- flooding, water vapor condensation and water spray;
- earthquakes;
- shock and vibration (particularly during transportation).

5 General requirements

5.1 Mechanical endurance

Batteries for photovoltaic application shall be designed to withstand mechanical stresses during normal transportation and handling. Additional packing or protection shall be used for off-road conditions.

Particular care shall be taken while handling unpacked batteries. Manufacturer's instructions shall be observed.

In case of specific requirements regarding mechanical stresses, such as earthquakes, shock and vibration, these shall be individually specified or referred to the relevant standard.

5.2 Rendement de la charge

Le rendement de la charge est le rapport entre la quantité d'électricité débitée lors de la décharge d'un accumulateur et la quantité d'électricité nécessaire pour rétablir l'état de charge initial dans des conditions spécifiées (voir VEI 482-05-39).

NOTE La quantité d'électricité est exprimée en ampères-heures (Ah).

Lorsqu'il n'y a pas de données disponibles du fabricant d'accumulateurs, les rendements indiqués dans le Tableau 4 peuvent être pris comme base.

Tableau 4 – Rendement des accumulateurs (Ah) à différents états de charge à la température de référence et pour une profondeur de décharge journalière de moins de 20 % de la capacité assignée

Etat de charge %	Rendement des accumulateurs plomb acide %	Rendement des accumulateurs nickel-cadmium %
90	>85	>80
75	>90	>90
<50	>95	>95

5.3 Protection contre les décharges profondes

Les accumulateurs au plomb doivent être protégés contre les décharges profondes pour éviter la perte de capacité due à une sulfatation irréversible. Cela peut être obtenu en utilisant un système qui contrôle la tension de la batterie et déconnecte automatiquement la batterie avant qu'elle n'atteigne sa profondeur de décharge maximale (voir les recommandations du fabricant).

Les accumulateurs au nickel-cadmium n'ont normalement pas besoin de ce type de protection.

5.4 Marquage

Les éléments ou les monoblocs d'accumulateurs doivent être marqués conformément aux instructions des normes applicables définies en 7.2.

5.5 Sécurité

Se référer à la législation ou règlements de pays ou régions concernées et aux instructions du fabricant pour les procédures à observer pendant l'installation, la mise en service, le fonctionnement, le démontage et la destruction.

5.6 Documentation

Se référer à la documentation du fabricant pour le transport, le stockage, la mise en service, la mise en marche, le fonctionnement et l'entretien.

Le fabricant doit préciser, s'il y a lieu, les conditions spéciales relatives à la charge initiale des accumulateurs, quand les panneaux solaires constituent la seule source d'énergie disponible.

5.2 Charge efficiency

The charge efficiency is the ratio between the quantity of electricity delivered during the discharge of a cell or battery and the quantity of electricity necessary to restore the initial state of charge under specified conditions (see IEC 482-05-39).

NOTE The quantity of electricity is expressed in amperes-hours (Ah).

Where no data are available from the battery manufacturer, the following efficiencies as given in Table 4 may be assumed.

Table 4 – Battery Ah-efficiency at different states of charge at the reference temperature and a daily depth of discharge of less than 20 % of the rated capacity

State of charge (SOC) %	Efficiency lead-acid cells %	Efficiency nickel-cadmium cells %
90	>85	>80
75	>90	>90
<50	>95	>95

5.3 Deep discharge protection

Lead-acid batteries shall be protected against deep discharge to avoid capacity loss due to irreversible sulphation. This could be achieved by using a system which monitors the battery voltage and automatically disconnects the battery before it reaches its maximum depth of discharge (see manufacturer's recommendations).

Nickel-cadmium batteries do not normally require this type of protection.

5.4 Marking

Cells or monobloc batteries shall follow the instructions of the applicable standards defined in clause 7.2.

5.5 Safety

Refer to applicable local regulations and the manufacturer's instructions for procedures to be observed during installation, commissioning, operation, taking out of service, and disposal.

5.6 Documentation

Refer to the manufacturer's documentation for transport and storage, commissioning, putting into service, operation and maintenance.

The manufacturer shall advise if there are special considerations for the initial charging of batteries with only the photovoltaic array available as the power source.

6 Caractéristiques fonctionnelles

Les batteries doivent être caractérisées par:

- la capacité assignée (voir 8.1);
- l'endurance en cycle (voir 8.2);
- la conservation de la charge (voir 8.3);
- l'endurance en cycles pour applications photovoltaïques (conditions extrêmes) (voir 8.4)

7 Conditions générales d'essai

7.1 Précision des instruments de mesure

Lors des essais sur les accumulateurs, les paramètres et la précision des valeurs doivent respecter les articles correspondants des normes CEI listées en 7.2.

La précision des instruments de mesure doit répondre aux normes CEI listées en 7.2.

7.2 Préparation et maintenance des échantillons pour les essais

Les échantillons pour les essais doivent être préparés selon les procédures établies dans les normes suivantes:

- dans la CEI 60896-11 pour les batteries stationnaires au plomb-acide (type ouvert);
- dans la CEI 60896-21 pour les batteries stationnaires au plomb-acide (type à soupapes);
- dans la CEI 61056-1 pour les batteries au plomb-acide portatives (type à soupapes);
- dans la CEI 60622 pour les éléments étanches au nickel-cadmium;
- dans la CEI 60623 pour les éléments ouverts au nickel-cadmium;
- dans la CEI 62259 pour les éléments prismatiques rechargeables au nickel-cadmium avec recombinaison de gaz partielle.

8 Méthode d'essai

8.1 Essai de capacité

Les échantillons pour les essais doivent être préparés en conformité avec les normes applicables indiquées en 7.2. Les essais de vérification de la capacité assignée doivent être réalisés en utilisant un courant I_{10} (A) pour les batteries plomb-acide et $I_1/5$ (A) pour les batteries nickel-cadmium selon les articles appropriés des normes CEI indiquées en 7.2.

Pour les essais de capacité utilisant un courant I_{120} (A) pour les batteries plomb-acide ou $I_1/120$ (A) pour les batteries nickel-cadmium, la décharge doit être conforme aux paramètres donnés dans le Tableau 5, et la procédure de charge devra être réalisée selon les articles appropriés des normes CEI listées en 7.2.

6 Functional characteristics

The batteries shall be characterized by their:

- rated capacity (see 8.1);
- endurance in cycling (see 8.2);
- charge retention (see 8.3);
- cycling endurance in photovoltaic application (extreme conditions) (see 8.4).

7 General test conditions

7.1 Accuracy of measuring instruments

When testing batteries, the parameters and accuracy values shall be in accordance with relevant clauses of the IEC standards listed in 7.2.

The accuracy of the measuring instruments shall be in compliance with the relevant IEC standard listed in 7.2.

7.2 Preparation and maintenance of test samples

Test samples shall be prepared in accordance with the following established procedures in the following standards:

- IEC 60896-11 for stationary lead-acid batteries (vented types);
- IEC 60896-21 for stationary lead-acid batteries (valve-regulated types);
- IEC 61056-1 for portable lead-acid batteries (valve-regulated types);
- IEC 60622 for sealed nickel-cadmium batteries;
- IEC 60623 for vented nickel-cadmium batteries;
- IEC 62259 for nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells with partial gas recombination.

8 Test method

8.1 Capacity test

Test samples shall be set up in accordance with the applicable standards in 7.2. Tests to verify the rated capacity shall be performed using a current of I_{10} (A) for lead-acid batteries and $I_t/5$ (A) for nickel-cadmium batteries according to the relevant clauses in the IEC standards listed in 7.2.

For the capacity test using a current of I_{120} (A) for lead-acid batteries or $I_t/120$ for nickel-cadmium batteries, the discharge shall be in accordance with parameters stated in Table 5 and the charging procedure shall be carried out according to the relevant clauses in the IEC standards listed in 7.2.