

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**High-temperature secondary batteries –
Part 1: General requirements**

**Batteries d'accumulateurs à haute température –
Partie 1: Exigences générales**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-1:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**High-temperature secondary batteries –
Part 1: General requirements**

**Batteries d'accumulateurs à haute température –
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220.20

ISBN 978-2-8322-7922-9

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	7
3.1 Battery construction	7
3.2 Battery functionality	10
3.3 Symbols and abbreviated terms	12
4 Environmental (service) conditions	13
4.1 General.....	13
4.2 Normal service conditions for stationary installations	13
4.2.1 General	13
4.2.2 Additional normal environmental conditions for indoor installations	14
4.2.3 Additional normal environmental conditions for outdoor installations	14
4.3 Special service conditions for stationary installations	14
4.3.1 General	14
4.3.2 Additional special service conditions for indoor installations	14
4.3.3 Additional special service conditions for outdoor installations	14
4.4 Normal service conditions for mobile installations (except propulsion).....	14
4.5 Special service conditions for mobile installations (except propulsion)	14
5 Design and requirements.....	15
5.1 Battery architecture.....	15
5.1.1 Module	15
5.1.2 Battery.....	15
5.1.3 Assembly of batteries	16
5.1.4 Thermal management subsystem	17
5.2 Mechanical requirements	17
5.2.1 General	17
5.2.2 Battery enclosure.....	17
5.2.3 Vibration.....	18
5.2.4 Mechanical impact.....	18
5.3 Environmental requirements	18
5.4 EMC requirements	18
6 Tests.....	19
6.1 General.....	19
6.1.1 Classification of tests.....	19
6.1.2 Test object selection.....	19
6.1.3 DUT initial conditions before tests	20
6.1.4 Measuring equipment	20
6.2 List of tests	20
6.3 Type tests	21
6.3.1 Mechanical tests.....	21
6.3.2 Environmental tests	23
6.3.3 EMC tests.....	24
6.4 Routine tests.....	33
6.5 Special tests	33
7 Markings.....	33

7.1	General.....	33
7.2	Data plate marking.....	33
8	Rules for transportation, installation and maintenance	33
8.1	Transportation	33
8.2	Installation	33
8.3	Maintenance	33
9	Documentation	33
9.1	Instruction manual	33
9.2	Test report	34
	Bibliography.....	35
	Figure 1 – Components of a battery	16
	Figure 2 – Components of an assembly of batteries	16
	Figure 3 – Thermal management subsystem	17
	Table 1 – List of symbols and abbreviated terms.....	13
	Table 2 – Electromagnetic environments.....	19
	Table 3 – Type tests	21
	Table 4 – Damp heat test – Steady state	23
	Table 5 – EMC tests severity level	25
	Table 6 – Assessment criteria description for immunity tests.....	26
	Table 7 – EFT/Burst test parameters	28
	Table 8 – Surge test levels	29

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-1:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-TEMPERATURE SECONDARY BATTERIES –**Part 1: General requirements****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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 62984-1 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
21/1031/FDIS	21/1041/RVD

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

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

A list of all parts in the IEC 62984 series, published under the general title *High-temperature secondary batteries*, can be found on the IEC website.

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

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-1:2020

HIGH-TEMPERATURE SECONDARY BATTERIES –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 62984 specifies general aspects, definitions and tests for high-temperature secondary batteries for mobile and/or stationary use and whose nominal voltage does not exceed 1 500 V.

This document does not cover aircraft batteries, which are covered by IEC 60952 (all parts), or batteries for the propulsion of electric road vehicles, covered by IEC 61982 (all parts).

NOTE High-temperature batteries are electrochemical systems whose cells' internal minimum operating temperature is above 100 °C.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-52:2017, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-64:2008, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-2-75:2014, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-29, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-29: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests*

IEC 61000-4-34, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-34: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with mains current more than 16 A per phase*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61373, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

IEC 62236-3-2, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 3-2: Rolling stock – Apparatus*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

CISPR 25, *Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1 Battery construction

3.1.1 cell

basic functional unit, consisting of an assembly of electrodes, electrolyte, container, terminals and usually separators, that is a source of electric energy obtained by direct conversion of chemical energy

Note 1 to entry: See primary cell and secondary cell.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-01-01]

3.1.2 secondary cell

cell which is designed to be electrically recharged

Note 1 to entry: The recharge is accomplished by way of a reversible chemical reaction.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-01-03]

3.1.3 module

standardized and interchangeable assembly of cells connected in series and/or parallel and associated hardware designed for easy assembly into a commercial battery

[SOURCE: IEC 61427-2:2015, 3.29]

3.1.4 battery

one or more cells fitted with devices necessary for use, for example case, terminals, marking and protective devices

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-01-04]

3.1.5 high-temperature battery

battery whose cells' internal minimum operating temperature is above 100 °C

Note 1 to entry: A high-temperature battery is inactive when the cells are at room temperature or lower.

3.1.6 (cell) electrode

electrode, electrically connected to one terminal of a cell, in electric contact with the electrolyte of that cell and on which the electrode reaction occurs

Note 1 to entry: For "electrode", see IEC 60050-151:2001, 151-13-01.

Note 2 to entry: The active material may be part of the electrode.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-21]

3.1.7 terminal

conductive part of a device, electric circuit or electric network, provided for connecting that device, electric circuit or electric network to one or more external conductors

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-22]

3.1.8 negative terminal

accessible conductive part provided for the connection of an external electric circuit to the negative electrode of the cell

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-24]

3.1.9 positive terminal

accessible conductive part provided for the connection of an external electric circuit to the positive electrode of the cell

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-25]

3.1.10 electrolyte

liquid or solid substance containing mobile ions which render it ionically conductive

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-29, modified – The note has been omitted.]

3.1.11

active material

material which reacts chemically to produce electric energy when the cell discharges

Note 1 to entry: In secondary cells, the active material is restored to its original state during charge.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-33]

3.1.12

enclosure

housing affording the type and degree of protection suitable for the intended application

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-35]

3.1.13

electrochemical reaction

chemical reaction involving oxidation or reduction of chemical components with a transfer of electrons to or from the active material

Note 1 to entry: The electrode reaction can also involve other chemical reactions including subreactions on a cell electrode.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-01]

3.1.14

parallel connection (related to cells or batteries)

arrangement of cells or batteries wherein all the positive terminals and all the negative terminals, respectively, are connected together

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-39]

3.1.15

parallel series connection (related to cells or batteries)

arrangement of cells or batteries wherein parallel connected cells or batteries are connected in series

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-40]

3.1.16

series connection (related to cells or batteries)

arrangement of cells or batteries wherein the positive terminal of each cell or battery is connected to the negative terminal of the next cell or battery in sequence

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-41]

3.1.17

series parallel connection (related to cells or batteries)

arrangement of cells or batteries wherein in series connected cells or batteries are connected in parallel

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-42]

3.1.18

assembly of batteries

battery arrangement

cluster of several batteries, connected in parallel and in series

3.1.19

battery management system

BMS

electronic system associated with a battery which monitors and/or manages its state, calculates secondary data, reports that data and/or controls its environment to influence the battery's performance and/or service life

Note 1 to entry: The function of the battery management system can be fully or partially assigned to the battery pack and/or to equipment that uses this battery.

Note 2 to entry: A battery management system is also called a "battery management unit" (BMU).

Note 3 to entry: This note applies to the French language only.

3.1.20

battery support system

BSS

system which supports a battery and which includes functions, such as communication, fire prevention, electrical protection and control, air conditioning, anti-intrusion sensors, etc.

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.2 Battery functionality

3.2.1

capacity (for cells or batteries)

electric charge which a cell or battery can deliver under specified discharge conditions

Note 1 to entry: The SI unit for electric charge, or quantity of electricity, is the coulomb (1 C = 1 A·s) but in practice, capacity is usually expressed in ampere hours (A·h).

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-14]

3.2.2

rated capacity

C_r

capacity value of a battery determined under specified conditions and declared by the manufacturer

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modified – The symbol has been added.]

3.2.3

battery energy

electric energy which a battery delivers under specified conditions

Note 1 to entry: The SI unit for energy is joule (1 J = 1 W·s), but in practice, battery energy is usually expressed in watthours (W·h) (1 W·h = 3 600 J).

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-21]

3.2.4

discharge (of a battery)

operation by which a battery delivers, to an external electric circuit and under specified conditions, electric energy produced in the cells

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-23]

3.2.5

discharge current

electric current delivered by a battery during its discharge

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-24]

3.2.6

discharge rate

electric current at which a battery is discharged

Note 1 to entry: The discharge rate is calculated as the rated capacity divided by the corresponding discharge time which results in an electric current.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-25]

3.2.7

nominal value

value of a quantity used to designate and identify a component, device, equipment, or system

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-43, modified – The note has been omitted.]

3.2.8

nominal voltage

U_n

suitable approximate value of the voltage used to designate or identify a cell, a battery or an electrochemical system

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modified – The symbol has been added.]

3.2.9

service life

total period of useful life of a cell or a battery in operation

Note 1 to entry: For primary batteries, service life relates to the total discharge time or capacity under specific conditions.

Note 2 to entry: For secondary cells and batteries, the service life may be expressed in time, number of charge/discharge cycles, or capacity in ampere hours (Ah).

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-46]

3.2.10

charging of a battery

operation during which a secondary cell or battery is supplied with electric energy from an external circuit which results in chemical changes within the cell and thus the storage of energy as chemical energy

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-27]

3.2.11

full charge

state of charge wherein all available active material is in a state such that the charging under the selected conditions produces no significant increase of capacity

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-42]

3.2.12

charge rate (relating to secondary cells and batteries)

I_t

electric current at which a secondary cell or battery is charged

Note 1 to entry: The charge rate is expressed as the reference current $I_t = C_r/n$ where C_r is the rated capacity declared by the manufacturer and n is the time base in hours for which the rated capacity is declared.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-45, modified – The symbol has been added.]

3.2.13

state of charge

SOC

ratio of the actual electric charge available in a battery and the electric charge in fully charged state

Note 1 to entry: This note applies to the French language only.

3.2.14

standby state

state in which the battery does not actually charge or discharge but is immediately ready to operate

Note 1 to entry: Content based on IEC 60050-192:2015, 192-02-12.

3.2.15

idle state

non-operating up state during non-required time

Note 1 to entry: The adjective "idle" designates an item in an idle state.

Note 2 to entry: In some applications, an item in an idle state has some functioning subsystems, and is therefore considered to be operating.

Note 3 to entry: The idle state is related to charge/discharge of the battery and therefore a high-temperature secondary battery is in an idle state when it is within its operating temperature range but cannot charge or discharge.

[SOURCE: IEC 60050-192: 2015, 192-02-14, modified – "<of an item>" and the deprecated term "free state" have been deleted from the term and Note 3 has been added.]

3.3 Symbols and abbreviated terms

The list of symbols and abbreviated terms is given in Table 1.

Table 1 – List of symbols and abbreviated terms

Symbol / Abbreviated term	Full term	Reference
AM	Amplitude modulation	
BMS	Battery management system	See 3.1.19
BSS	Battery support system	See 3.1.20
C_r	Rated capacity	See 3.2.2
CDN	Coupling decoupling network	
DUT	Device under test	
EESS	Electrical energy storage system	
EFT	Electrical fast transient	
EMC	Electromagnetic compatibility	
ESD	Electrostatic discharge	
I_t	Charge rate	See 3.2.12
PCS	Power conversion system	
SOC	State of charge	See 3.2.13
TDMA	Time division multiple access	
U_n	Nominal voltage	See 3.2.8
UFA	Uniform field area	

4 Environmental (service) conditions

4.1 General

In high-temperature secondary batteries, cells are kept at high temperature and enclosed within a thermal insulated enclosure. These batteries are therefore relatively insensitive to external ambient temperature.

However auxiliary parts such as temperature controllers, BMS etc., are not operating at high temperature and are therefore impacted by environmental conditions, which have to be taken into account.

Unless otherwise specified, high-temperature batteries are intended to be used at their rated characteristics under the normal environmental conditions listed in 4.2 or 4.4.

If the actual service conditions differ from these normal service conditions, high-temperature batteries will be designed to comply with the special service conditions listed in 4.3 or 4.5.

4.2 Normal service conditions for stationary installations

4.2.1 General

- Altitude: height above sea-level not exceeding 1 000 m
- Vibrations: vibrations during normal operation may be neglected; however vibrations occurring during transportation shall be taken into account.
- Humidity: RH ≤ 95 %, non-condensing

4.2.2 Additional normal environmental conditions for indoor installations

- Temperature range: –5 °C to 40 °C
- Solar radiation: may be neglected
- Pollution: not significant

4.2.3 Additional normal environmental conditions for outdoor installations

- Temperature range: –20 °C to 40 °C
- Solar radiation: up to 1 000 W/m²
- Pollution: the air may be polluted by dust, smoke, vapours or light salt mist
- Moisture: condensation or precipitation may occur
- Ice coating: < 20 mm

4.3 Special service conditions for stationary installations

4.3.1 General

- Altitude: height above sea-level not exceeding 2 000 m
- Vibrations: vibrations during normal operation may be neglected; however vibrations occurring during transportation shall be taken into account.
- Humidity: RH ≤ 98 %, condensing
- Pollution: not significant

4.3.2 Additional special service conditions for indoor installations

- Temperature range: –15 °C to 50 °C
- Solar radiation: may be neglected
- Pollution: not significant

4.3.3 Additional special service conditions for outdoor installations

- Temperature range: –15 °C to 50 °C or –40 °C to 40 °C
- Solar radiation: up to 1 180 W/m²
- Pollution: the air may be polluted by dust, smoke or vapour.
- Moisture: condensation or precipitation may occur
- Ice coating: < 40 mm
- For coastal or offshore installations, the presence of salt mist shall be taken into account.

4.4 Normal service conditions for mobile installations (except propulsion)

- On-board mounting not exposed to weather conditions
- Temperature range: –15 °C to +55 °C
- Solar radiation: may be neglected
- Altitude: height above sea-level not exceeding 1 000 m
- Vibrations: non-negligible vibrations during normal operation shall be taken into account
- Humidity: RH ≤ 95 %, non-condensing

4.5 Special service conditions for mobile installations (except propulsion)

- On-board mount exposed to sun and/or rain
- Temperature range: –25 °C to +70 °C
- Solar radiation: up to 1 180 W/m²
- Altitude: height above sea-level not exceeding 3 000 m

- Vibrations: non-negligible vibrations during normal operation shall be taken into account
- Humidity: $RH \leq 98\%$, condensing
- Moisture: condensation or precipitation may occur
- Pollution: the air may be polluted by dust, smoke or vapour
- For coastal or ship environments, the presence of salt mist shall be taken into account.

5 Design and requirements

5.1 Battery architecture

5.1.1 Module

High-temperature batteries are normally constructed with multiple cells connected together, which are assembled with suitable heaters, coolers (if necessary), temperature sensors, etc., and contained inside thermally insulated housings. This arrangement is called a "module".

The modular structure is often used due to the wide use of high-temperature batteries for energy storage applications. Such applications require high capacities and relatively high system voltages, so the modular structure is fairly common.

A module cannot be used as it is because it contains cells and other components such as sensors, heaters and coolers but may be missing the logic controls and components needed for proper operation.

5.1.2 Battery

A battery is composed (see Figure 1) of one or more modules connected together and controlled by a suitable battery management system (BMS) which provides all the electronic controls necessary to ensure optimal management of the cells and prevent operation outside reliable conditions.

A battery is thus necessarily composed of at least a BMS and one or more modules.

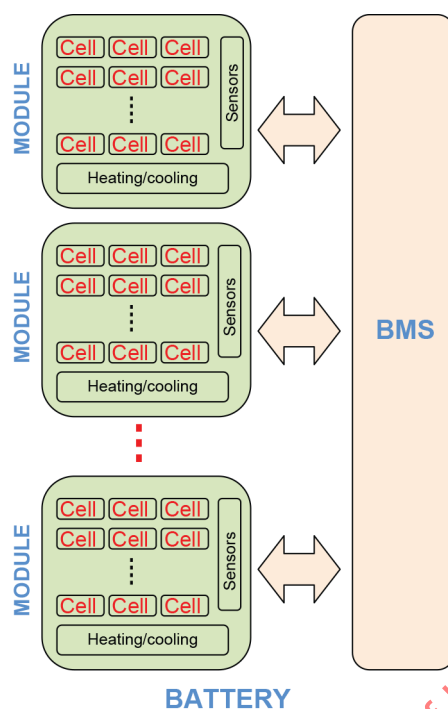


Figure 1 – Components of a battery

5.1.3 Assembly of batteries

Assemblies of batteries, such as those used in electrical energy storage systems (EESS), are composed of several batteries, connected in parallel and/or in series and all the auxiliary systems necessary to manage the whole system, often called the battery support system (BSS), see Figure 2.

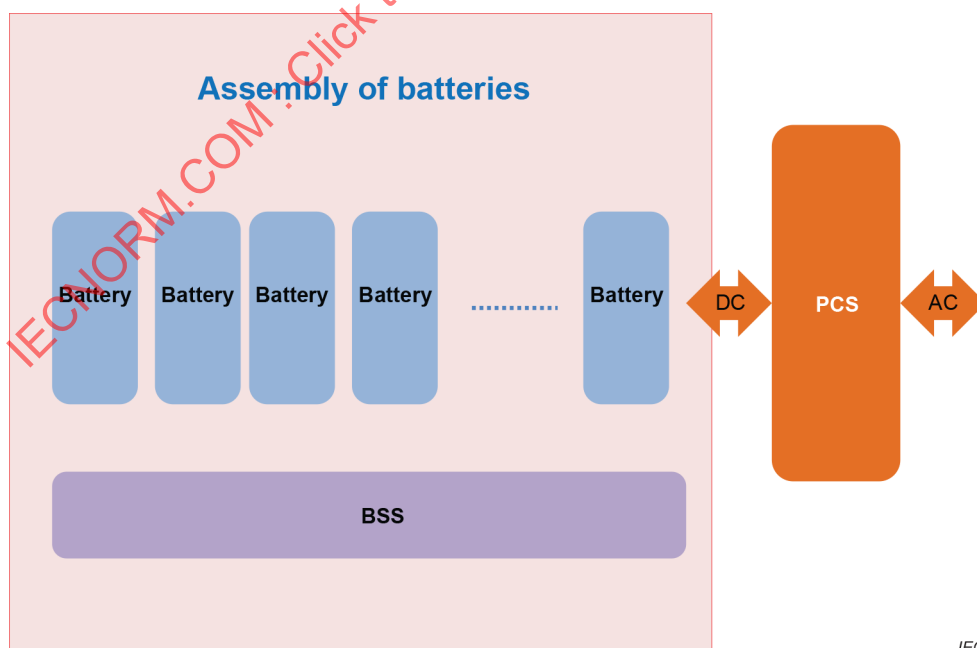


Figure 2 – Components of an assembly of batteries

The battery support system (BSS) may include, for example, functions such as communication, fire prevention, electrical protection and control, air conditioning, anti-intrusion sensors, etc.

In energy storage applications, battery assemblies are typically connected to a power conditioning system (PCS) which in turn is connected to the grid.

5.1.4 Thermal management subsystem

The specific feature of high-temperature batteries is that they can work only when the internal temperature of the cells is within the (relatively high) specified operating temperature range, in which the relevant active materials are in the fused state.

An essential part of this type of battery is therefore the temperature management subsystem, which forms part of the BMS. A typical structure of such a thermal management subsystem is depicted in Figure 3.

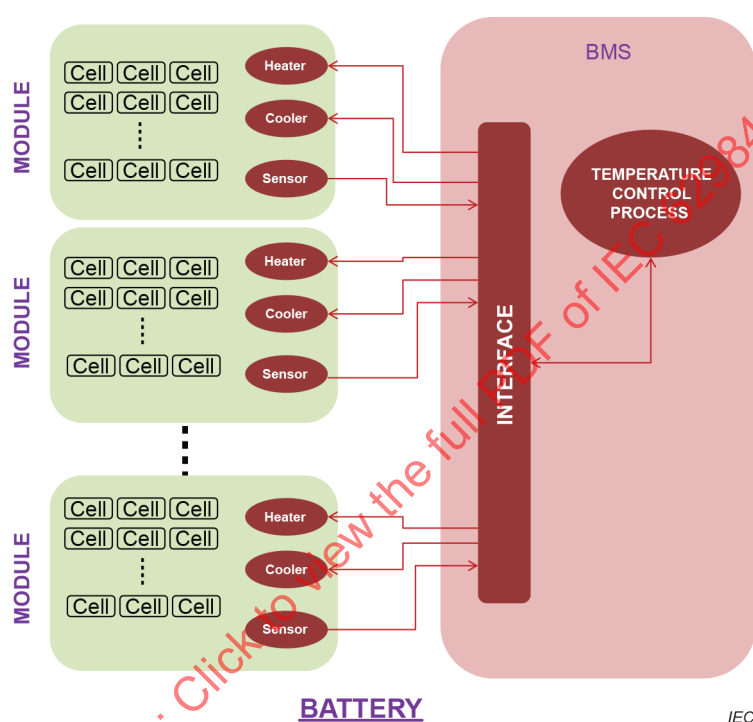


Figure 3 – Thermal management subsystem

5.2 Mechanical requirements

5.2.1 General

The enclosure and support structures shall be resistant to the deteriorating effects in the environment in which they are installed, including the effects of water exposure, ultraviolet (UV) exposure, temperature extremes, corrosion and mechanical impacts and stresses, as applicable to the installation. Batteries intended for installation in seismic zones shall be designed and rated for the particular intended zone as noted in the installation documents and system design specification.

5.2.2 Battery enclosure

The battery enclosure shall be rated to prevent ingress of moisture, dirt or other deteriorating effects of the environment based upon its intended installation. The battery enclosure shall be rated not less than IP54 (according to IEC 60529) for outdoor applications and IP43 for indoor applications.

5.2.3 Vibration

5.2.3.1 Stationary installations

Stationary battery installations are normally not supposed to be subject to vibrations during normal operation.

Vibration resistance requirements are thus applicable only to modules or batteries to take into account vibrations due to transportation. During transportation, modules are generally in cold state (inactive) and properly packed for shipment. This means that the battery is supposed to be protected by the package and furthermore that it is impossible for it to release energy.

References for vibration levels encountered during transportation are given in IEC 60721-3-2.

The test procedure is given in 6.3.1.2.

5.2.3.2 Mobile installations

Batteries mounted on board ground vehicles are subjected to vibrations not only during transportation, but also during normal operation. During normal operation the battery is electrically connected to its load and is possibly within the operating temperature range, which means it may be active.

These kinds of batteries are therefore required to withstand the vibrations typical of a ground vehicle installation during normal operation.

Batteries intended to be used on board ground vehicles shall be tested according to the test procedure given in 6.3.1.3.

5.2.4 Mechanical impact

The enclosure of the battery shall protect the content against impact and shall have a minimum IK rating of IK08 with reference to IEC 62262.

The mechanical impact test is described in 6.3.1.4.

5.3 Environmental requirements

The battery shall be designed to withstand the environmental conditions as specified in Clause 4, according to the relevant application(s). This capability shall be demonstrated with suitable environmental tests, listed in 6.3.2.

5.4 EMC requirements

All high-temperature secondary batteries rely on an electronic BMS for proper operation. This poses some concern about the compatibility of this electronic subsystem with the electromagnetic environments typical of the relevant application.

For this reason some electromagnetic environments are listed in Table 2 according to the most diffused typical applications. The battery shall be designed to withstand the electromagnetic disturbances of the selected environment without introducing unacceptable disturbance. This shall be proven by the tests described in 6.3.

Table 2 – Electromagnetic environments

R	I	S	M
Residential	Industrial	Substation	Mobile
Homes, shops, offices, hospitals, schools, light industries, etc.	Industrial plants	Power stations	On-board applications on buses, railways, etc.

6 Tests

6.1 General

6.1.1 Classification of tests

The tests specified in this document are classified as follows:

Type test: test made on one or more devices made to a given design, to show that these devices comply with the requirements of this document.

NOTE 1 This test is typically intended to validate the design.

Routine test: test made on each produced unit during or after manufacture to check if it complies with the requirements of the standard concerned or the criteria specified. Routine tests do not impair the properties and reliability of the test object.

NOTE 2 This test is typically intended to reveal manufacturing defects and keep the quality of the manufacturing process, materials and components under control.

Special test: test other than a type test or a routine test, optionally performed by agreement between manufacturer and purchaser and conducted according to the relevant test procedure specified in this document.

Site test: test performed on a device after its final installation at the customer's site.

NOTE 3 Customer acceptance tests, site tests and periodic tests after installation are not covered by this document because these are strongly related to the specific applications.

6.1.2 Test object selection

6.1.2.1 Device under test (DUT) for type tests

All type tests shall be carried out on the complete device, i.e. the battery, complete with its accessories as required for its correct functionality, unless this is impossible or impractical. In this case it is allowed to carry out type tests on modules, provided they are commercially available (e.g. as user-replaceable spare parts) and they are equipped with all accessories (e.g. BMS, BSS, etc.) that have an influence on the test results. In this case the DUT will be a battery composed of at least one module. Further details are given in each test procedure.

The DUT shall be selected so that it is fully representative in terms of scalability, of the complete battery in service and that the test results can be extrapolated to the complete battery installation.

6.1.2.2 DUT for routine tests

Routine tests shall be carried out on all manufactured modules or batteries.

Where the design is not modular and the manufactured items are batteries, the DUT will be the battery. Where the design is modular and the manufactured items are modules that are field replaceable and available on the market as spare parts, the DUT will be each module.

6.1.2.3 DUT for special test

The choice of the DUT for special test shall be the same as for type tests, unless otherwise specified in the relevant test procedure.

6.1.2.4 DUT for site test

Site tests shall be carried out on the complete battery.

6.1.3 DUT initial conditions before tests

6.1.3.1 Internal temperature

If not otherwise specified in the test procedure, the battery under test shall be within the rated internal operating temperature range, automatically managed by the BMS.

6.1.3.2 Charge condition before tests

If not otherwise specified in the test procedure, the battery under test shall be fully charged in accordance with the manufacturer's specified rated charging procedure, and in standby state.

6.1.4 Measuring equipment

6.1.4.1 Voltage measurements

The instruments used shall be of an accuracy of at least $\pm 0,5$ % or better for type testing and ± 1 % or better for routine testing.

6.1.4.2 Current measurements

The instruments used shall be of an accuracy of at least $\pm 0,5$ % or better for type testing and ± 1 % or better for routine testing.

Particular attention should be given to the accuracy of measured current and integrated current over time as any degraded accuracy or instability can negatively impact the effectiveness of SOC stabilization routines.

6.1.4.3 Temperature measurements

The instrument used shall have a resolution of $0,5$ °C. The accuracy of the instrument shall be ± 2 % or better.

6.1.4.4 Humidity measurement

The accuracy in the measurement of humidity (RH) shall be ± 3 % or better.

6.1.4.5 Time measurements

The instrument used shall have a resolution of 1 s and an accuracy of $\pm 0,1$ % of the measured time interval.

6.1.4.6 Power measurements

The measurement shall have an accuracy of at least ± 1 % or better.

6.2 List of tests

The list of type tests is given in Table 3.

Table 3 – Type tests

Test	Subclause	Environment (see Table 2)			
		R	I	S	M
IP rating	6.3.1.1	X	X	X	X
Vibration test for stationary batteries	6.3.1.2	X	X	X	
Shock and vibration test for mobile use batteries	6.3.1.3				X
Mechanical impact test	6.3.1.4	X	X	X	X
Dry heat	6.3.2.1.2	X	X	X	X
Cold	6.3.2.1.3	X	X	X	X
Damp heat – Steady state	6.3.2.1.4	X	X	X	X
Damp heat – Cyclic	6.3.2.1.5			X	X
Salt mist – Cyclic (for marine/coastal applications only)	6.3.2.2		(X)	(X)	(X)
ESD	6.3.3	X	X	X	X
Radiated EM field	6.3.3	X	X	X	X
EFT/burst	6.3.3	X	X	X	X
Surge	6.3.3		X	X	
Conducted disturbance induced by RF field	6.3.3	X	X	X	X
Voltage dips and short interruptions (AC)	6.3.3	X	X	X	X
Voltage dips and short interruptions (DC)	6.3.3		X	X	
Emissions	6.3.3	X	X	X	X

The sequence of type tests is not mandatory; however, before and after any type test or special test sequence, the test specimen has to be submitted to routine tests.

Unless otherwise specified in the specific test procedure, the assessment criteria of type or special tests include evidence that the difference between the battery capacity measurement made before and after the type or special tests is negligible.

6.3 Type tests

6.3.1 Mechanical tests

6.3.1.1 IP rating test

The battery IP rating, specified in 5.2.2, shall be tested according to the relevant test procedure specified in IEC 60529.

6.3.1.2 Vibration test for stationary batteries

This test is performed to check the ability of the battery to withstand vibration during transportation as per 5.2.3.1.

The test will be conducted in accordance with IEC 60068-2-64.

Severity levels will be in accordance with IEC 60068-2-64:2008, Annex A, spectrum A.1 (transportation) category 1 of Tables A.1 and A.2.

DUT selection: the test object shall be the battery or module or component which is actually shipped to the customer, in its real shipping conditions, including its packaging and accessories (dampers, fasteners, etc.) actually used for shipping. However in case of large and heavy batteries, where the size and weight make the test impractical due to shake table limitations, it is permitted to test subassemblies, such as modules, BMS, BSS, etc. In this case it shall be shown that the mounting frame/structure actually used for shipping does not introduce significant amplification of the vibrations during transportation.

The DUT conditions shall be as follows: The internal temperature shall be below 50 °C and the DUT shall be packaged according to the normal shipping conditions. When the DUT is a subassembly of the item(s) actually shipped and the packaging cannot be the actual packaging, an adapted packaging shall be used that reproduces the actual shipping conditions of the full size shipped item.

After the test the DUT shall be inspected to detect any damage.

Assessment criteria: no mechanical, electrical or functional damage.

6.3.1.3 Shock and vibration test for mobile use batteries

This test is performed to check the ability of the battery or module intended for mobile applications such as in rail applications to withstand vibration during use per 5.2.3.2.

The battery shall be submitted to the shock and vibration tests according to IEC 61373.

The severity level will be Category 1 – Class B: Body mounted.

The condition of the DUT during test: mounted as in service and in working conditions.

Assessment criteria: no mechanical, electrical or functional damage. Normal performance during test.

6.3.1.4 Mechanical impact test

This test is performed to prove compliance with 5.2.4 and is intended to demonstrate an acceptable level of robustness of the battery when it may be accidentally exposed to mechanical impacts in service.

The test to check the required IK grade shall be conducted with the test equipment described in IEC 60068-2-75.

DUT initial conditions: the battery shall be mounted as in service, at rated internal temperature and 100 % SOC.

The impacts shall be applied to all the exposed surfaces that may be exposed to damage in service.

During the impacts the DUT is required to operate normally.

The test method shall be Test Ehb: spring hammer, described in IEC 60068-2-75:2014, Clause 6.

Assessment criteria: no mechanical, electrical or functional damage. Light mechanical damage (dents, cracks of non-functional parts) are acceptable unless they impair functionality or safety performance.

6.3.2 Environmental tests

6.3.2.1 Temperature tests

6.3.2.1.1 General

Temperature tests are performed to prove compliance with Clause 4 and, in particular, they are intended to test the ability of the battery to withstand the extreme values of the temperature and humidity range.

The dry heat and cold tests are performed at storage and operational limits, while the damp heat tests are performed at operational limits only, because batteries and modules are supposed to be stored in moisture-proof packages.

6.3.2.1.2 Dry heat

The test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-2, Test B: Dry Heat.

The test shall be carried out:

- at the rated maximum storage temperature for 24 h with battery non-operational.
- at the maximum rated operating temperature for 24 h with cells within the operating internal temperature range and battery operational.

Assessment criteria: normal operation.

6.3.2.1.3 Cold

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-1, Test A: Cold.

The test shall be carried out:

- at the rated minimum storage temperature for 24 h with battery not operational;
- at the minimum rated operating temperature for 24 h with cells within the operating internal temperature range and battery operational.

Assessment criteria: normal operation.

6.3.2.1.4 Damp heat – Steady state

The test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-78. The test shall be carried out at the severity level specified in Table 4 according to the selected environment. The battery shall be in normal operating conditions during the test.

Table 4 – Damp heat test – Steady state

Environment	Temperature °C	Humidity %RH	Duration days
Residential	30	85	10
Industrial	40	85	10
Substation	40	93	21
Mobile	40	93	10

Assessment criteria: normal operation.

6.3.2.1.5 Damp heat – Cyclic

The test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-30:2005, with the following severity level:

- Test duration: 21 cycles of 24 h (12 h + 12 h) each.
- At 25 °C the relative humidity shall be not less than 95 % RH.
- Upper temperature will be 40 °C at a relative humidity of (93 ± 3) % RH.
- The temperature cycle shall be conducted according to variant 2.

The battery shall be in normal operating conditions during the test.

Assessment criteria: no mechanical, electrical or functional damage. Normal performance during test.

6.3.2.2 Salt mist – Cyclic

This test is required for stationary or mobile batteries intended to be installed on ships or in a coastal environment.

This test is intended to check the resistance to corrosion of materials used in the battery construction. Therefore the battery is normally tested non-energized during the test.

The DUT can be a battery or a module and shall be clean and fitted before the test with the enclosures or protections specified in the user and installation manual. Additionally it shall be visually inspected for comparison after the test.

The test shall be carried out according to IEC 60068-2-52:2017, using test method 2 with a neutral salt solution. The humidity chamber shall be maintained at a relative humidity of over 95 % at a temperature of $50\text{ °C} \pm 2\text{ K}$.

After the test the DUT shall be visually checked.

Acceptance criteria: no severe corrosion.

6.3.3 EMC tests

6.3.3.1 General

These tests are performed to prove compliance with 5.4.

- DUT selection:

The DUT shall as far as possible be the complete battery, including its accessories necessary for its installation. However for large, modular batteries, where for size reasons it is impractical to test a full battery, the DUT may be composed of one or more modules equipped with BMS and all accessories necessary to make it functional and testable. In all cases the test arrangement shall try to reproduce the service conditions.

- DUT conditions during the tests:

During each EMC test the battery under test shall be fully functional, within the rated internal temperature range and connected to a load/charger. During each test the battery shall be exercised in charge/standby/discharge cycles so that its behaviour can be evaluated as part of the assessment criteria. The charge/discharge rates should be the rated ones, as far as feasible. If the battery is equipped with a communication interface, this shall be connected with the suitable remote communication equipment specified in the manufacturer's instruction. The load/charger and the remote communication equipment are not part of the DUT but are auxiliary equipment for testing purpose.

The list of EMC tests and the associated severity level, according to the relevant environment, is given in Table 5.

Table 5 – EMC tests severity level

Environment		Residential	Industrial	Substation	Mobile	Pass criteria
Basic IEC standard	Test description	Severity levels				
61000-4-2	ESD	4 kV contact 8 kV air	4 kV contact 8 kV air	6 kV contact 8 kV air	4 kV contact 8 kV air	B
61000-4-3	Radiated electromagnetic field (80 MHz to 1 000 MHz, 80 % AM)	3 V/m	10 V/m	10 V/m	10 V/m	A
	(1,4 GHz to 2,0 GHz, 80 % AM)	3 V/m	3 V/m	3 V/m	3 V/m	A
	(2,0 GHz to 2,7 GHz, 80 % AM)	1 V/m	1 V/m	1 V/m	1 V/m	A
61000-4-4	EFT/Burst	See Table 7				B
61000-4-5	Surge	See Table 8				B
61000-4-6	Conducted disturbance induced by RF fields (0,15 MHz to 80 MHz, 80 % AM)	3 V	10 V	10 V	N/A	A
61000-4-11	Voltage dips and short interruptions (AC)					
	Voltage dips (AC)					
	(0 % residual voltage)	1 cycle	1 cycle	1 cycle	N/A	A
	(40 % residual voltage)	N/A	200 ms	200 ms	N/A	C
	(70 % residual voltage)	250 ms	500 ms	500 ms	N/A	C
	(80 % residual voltage)	N/A	5 000 ms	5 000 ms	N/A	B
61000-4-29	Short interruptions (AC)					
	(0 % residual voltage)	5 000 ms	5 000 ms	5 000 ms	N/A	C
61000-4-29	Voltage dips and short interruptions (DC)					
	Voltage dips (DC)					
	(0 % residual voltage)	N/A	10 ms	10 ms	10 ms	A
	(40 % residual voltage)	N/A	100 ms	100 ms	100 ms	C
	(70 % residual voltage)	N/A	100 ms	100 ms	100 ms	C
61000-4-29	Short interruptions (DC)					
	(0 % residual voltage)	N/A	1 000 ms	1 000 ms	1 000 ms	C
-----	Emission	See 6.3.3.8				----

Assessment (pass) criteria for immunity tests are described in Table 6.

Additional to all assessment criteria is the requirement that the battery shall not become unsafe as a consequence of the application of the test disturbance.

Table 6 – Assessment criteria description for immunity tests

A	Normal performance within the limits specified by the manufacturer (e.g.: no interruption of the charge/discharge phase, no communication error).
B	Normal operation after the test. No loss of data or change of state is permitted. During the test, degradation of performance is permitted above a minimum permissible performance level specified by the manufacturer or as reasonably expected in accordance with product documentation. Examples of permitted degradation of performance are: – momentary loss of information on the local display; – momentary loss of connection or corruption of data through the communication interface; – momentary errors in the internal measurements (temperature, voltage, current, etc.) which are self-corrected after removal of the disturbance; – momentary interruption of the charge process, which self-recovers after removal of the disturbance. The battery shall suffer no permanent damage and no permanent loss of information, such as setup parameters, logs, SOC, etc. and shall return to normal operation after the application of disturbance, without operator intervention.
C	Temporary loss of function is allowed provided it is self-recoverable or can be restored by the operation of controls. For example: the battery may stop its functionality during the test. It may stop charging or discharging. Also the communication may be stopped. The battery however shall reboot automatically after the test. The battery may return to the same state as before the test or to a safe state, according to the manufacturer's specification. The battery shall suffer no permanent damage and no permanent loss of information, such as setup parameters, logs, SOC, etc.

6.3.3.2 ESD immunity test

This test is intended to verify the compatibility of the battery when it is involved in static electricity discharges owing to environmental and installation conditions, such as low relative humidity, use of low-conductivity (artificial-fibre) carpets, vinyl garments, etc., which may exist in all locations classified in this document.

The test shall be conducted according to the test procedure detailed in IEC 61000-4-2.

The test level is specified in Table 5, according to the environment where the battery is designed to be installed.

Contact discharge is the preferred method.

The test should preferably be conducted in laboratory conditions, following the test setup for tests in laboratories described in IEC 61000-4-2.

The configuration is normally that of floor standing equipment – grounded.

Post-installation tests (performed in-situ) are also possible, but the preferred test method is that of type tests performed in laboratories. If it is decided to perform post-installation tests, the test procedure given in IEC 61000-4-2 has to be followed.

The test has to be conducted with the battery in normal operating conditions, i.e. within the operating internal temperature range and connected to a load/charger, both in charging mode and in discharging mode. The charge and discharge rates are the nominal ones. The state of charge of the battery under test is not important, as it does not influence the test results.

- Direct application of discharges:

The discharges shall be applied to all surfaces of the battery that are accessible to the user in normal operation. The following exclusions apply:

- a) the battery terminals;
- b) points and surfaces that are accessible only during maintenance;
- c) points and surfaces no longer accessible after installation;
- d) contacts of connectors which are provided with a metallic shell. In this case, contact discharges shall be applied to the metallic shell of that connector (and the cover, if existing);
- e) contacts of connectors with insulating material shell and cover, shall be tested by air discharge to the cover. If the cover is not present and the contacts are accessible, they shall be tested by air discharge using the round tip finger on the ESD generator.

The final test level should not exceed the specified value in order to avoid damage.

The test consists of ten single discharges of the most sensitive polarity on each preselected point: five discharges during battery charging and five discharges during battery discharge. The discharge interval is not less than 1 s.

- Indirect application of discharges:

The scope of the indirect application of discharges is the simulation of a discharge to a nearby object.

Ten discharges (five in battery charge mode and five in discharge mode) shall be applied to the vertical coupling plane, as described in IEC 61000-4-2.

Acceptance criterion: B of Table 6.

6.3.3.3 Radiated electromagnetic field immunity test

This test is intended to verify the immunity of the battery against the radiated radio-frequency electromagnetic energy from RF sources not in close proximity to the battery. These sources may be hand-held radio transceivers, fixed-station radio and television transmitters, vehicle radio transmitters and industrial electromagnetic sources. Many of these services use modulation techniques with a non-constant envelope (e.g. TDMA).

The test shall be conducted according to the test procedure detailed in IEC 61000-4-3.

The test level for each frequency band is specified in Table 5, according to the environment where the battery is designed to be installed.

The battery under test shall, as far as possible, be mounted in a configuration similar to the actual installation conditions, with all covers and access panels in place.

The preferred and most common arrangement is the rack mount floor standing arrangement. Cables shall be attached to the DUT and arranged on the test site in accordance with the manufacturer's installation instructions and shall replicate typical installations and use as much as possible. For large and heavy batteries, where the cables are usually bottom-fed, it is not necessary to expose these underground cables to the electromagnetic field, because in real installations these cables are shielded by the DUT enclosure and the underground conduit. A metallic ground plane is not required; however the battery shall be wired to ground as in the real installation.

The transmitting antenna should be placed at a distance from the battery such that the battery is fully and uniformly illuminated by the transmitted field. A distance of 3 m is preferred and 1 m is the minimum distance.

The uniform field area (hereinafter referred to as UFA) created by the antenna should be such that the DUT is fully illuminated. The preferred UFA dimensions are 1,5 m × 1,5 m. If the battery under test does not fit entirely within the UFA, then the DUT may be illuminated in a series of tests (partial illumination) using different antenna positions. If the battery under test can be illuminated by a smaller UFA, a smaller UFA is allowed down to 1 m × 1 m minimum.

The test has to be conducted with the battery in normal operating conditions, i.e. within the rated internal temperature range and connected to a load/charger. During the test the battery shall cyclically switch from charge to discharge mode, so that both states are tested at various frequencies. The battery shall also be connected with the relevant upper level controller as in service, so that the data communication behaviour can be checked (the controller is not part of the test object).

Acceptance criterion: A of Table 6.

6.3.3.4 EFT/Burst immunity test

This test is intended to verify the immunity of the battery when subjected to types of transient disturbances such as those originating from switching transients (interruption of inductive loads, relay contact bounce, etc.). The repetitive fast transient test is a test with bursts consisting of a number of fast transients, coupled into power, control, signal and earth ports of the battery under test. Significant for the test are the high amplitude, the short rise time, the high repetition frequency, and the low energy of the transients.

The test shall be conducted according to the test procedure detailed in IEC 61000-4-4.

Detailed test levels and parameters are given in Table 7, according to the environment where the battery is designed to be installed. The test voltage shall be applied with both polarities.

Table 7 – EFT/Burst test parameters

Port	Coupling method	Test voltage			
		Residential	Industrial	Substation	Mobile
Battery terminals	Coupling-decoupling network	0,5 kV	1 kV	2 kV	1 kV
AC heater supply	Coupling-decoupling network	1 kV	2 kV	2 kV	1 kV
AC auxiliary supply and other AC loads	Coupling-decoupling network	1 kV	2 kV	2 kV	1 kV
DC auxiliary supply	Coupling-decoupling network	0,5 kV	1 kV	2 kV	1 kV
Communication port (if > 3 m) ^a	Capacitive coupling clamp	0,5 kV	1 kV	1 kV	0,5 kV
Digital control lines (I/O) (if > 3 m)	Capacitive coupling clamp	0,5 kV	1 kV	1 kV	0,5 kV
Analog signal lines (if > 3 m)	Capacitive coupling clamp	0,5 kV	1 kV	1 kV	0,5 kV
Pulse repetition frequency:		5 kHz			
^a Digital interfaces intended only for local connection for servicing purposes need not be tested.					

Test setup:

Tests can be carried out in laboratory conditions or after installation in the field. The preferred method is in laboratory conditions, however for very large and heavy batteries this may be less practical.

The test has to be conducted with the battery in normal operating conditions, i.e. within the rated internal temperature and connected to a load/charger. The test sequence shall include a test duration of not less than 1 min per port in charging state and 1 min in discharging state plus 1 min in idle state. The charge and discharge rates shall preferably be the nominal ones.

For the test on battery terminals, in case the nominal charge and/or discharge rates of the battery under test exceed the CDN capability, it is preferred to reduce the DUT size by connecting only one string of modules (if the battery is modular). If this still exceeds the CDN rating and a bigger CDN is not available commercially, then the test may be performed at reduced charge/discharge rate.

Acceptance criterion: B of Table 6.

6.3.3.5 Surge immunity test

This test is intended to verify the battery immunity to unidirectional surges caused by over-voltages from switching and lightning transients.

The test shall be conducted according to the test procedure detailed in IEC 61000-4-5.

The test levels are specified in Table 8, according to the environment where the battery is designed to be installed.

Table 8 – Surge test levels

Port	Coupling mode	Test voltage			
		Residential	Industrial	Substation	Mobile
Battery terminals	Line-to-earth	N/A	1 kV	2 kV	N/A
	Line-to-line	N/A	0,5 kV	1 kV	N/A
AC heater supply	Line-to-earth	1 kV	2 kV	2 kV	N/A
	Line-to-line	0,5 kV	1 kV	1 kV	N/A
AC auxiliary supply and other AC loads	Line-to-earth	1 kV	2 kV	2 kV	N/A
	Line-to-line	0,5 kV	1 kV	1 kV	N/A
DC auxiliary supply ^c	Line-to-earth	N/A	1 kV	2 kV	N/A
	Line-to-line	N/A	0,5 kV	1 kV	N/A
Unshielded communication port symmetrical ^b	Line-to-earth	0,5 kV	1 kV	2 kV	N/A
	Line-to-line	N/A	N/A	N/A	N/A
Unshielded communication port asymmetrical ^b	Line-to-earth	0,5 kV	1 kV	1 kV	N/A
	Line-to-line	N/A	0,5 kV	0,5 kV	N/A
Shielded communication port ^b	Shield-to-earth	N/A	0,5 kV	1 kV	N/A
Digital control lines (I/O) ^{a, c}	Line-to-earth	0,5 kV	1 kV	1 kV	N/A
	Line-to-line	N/A	0,5 kV	0,5 kV	N/A
Analog signal lines ^{a, c}	Line-to-earth	N/A	0,5 kV	1 kV	N/A
	Line-to-line	N/A	N/A	N/A	N/A
^a No test is required for ports where the maximum allowed cable length is shorter than 10 m.					
^b No test is required for digital interfaces intended only for local connection for servicing purposes.					
^c No test is required for connections between modules or batteries in a rackmount arrangement that are not intended to be connected to equipment outside the battery assembly.					

The test shall be conducted with the battery in normal operating conditions, i.e. within the rated internal temperature range and connected to a load/charger. For the test on battery terminals, in case the nominal charge and/or discharge rates of the battery under test exceed the CDN capability, it is preferred to reduce the DUT size by connecting only one string of modules (if the battery is modular). If the nominal charge and/or discharge rate of this reduced DUT still exceeds the CDN rating and a bigger CDN is not available commercially, then the test may be performed at reduced charge/discharge rate.

The test shall be conducted at a rate not faster than 1 pulse per minute.

Each port shall be tested with 5 pulses for each polarity.

Acceptance criterion: B of Table 6.

6.3.3.6 Conducted disturbance by RF field immunity test

This test is intended to verify the battery immunity to electromagnetic fields coming from intended RF transmitters that may act on the whole length of cables connected to installed equipment. The dimensions of the disturbed equipment, mostly a sub-part of a larger system, are assumed to be small compared with the wavelengths involved. The in-going and outgoing leads (e.g. mains, communication lines, interface cables) behave as passive receiving antenna networks and signal conduction paths for both intentional and unintentional signals.

The test shall be conducted according to the test procedure detailed in IEC 61000-4-6.

The open-circuit test level of the unmodulated disturbing signals (RMS) is specified in Table 5, according to the environment where the battery is designed to be installed. The test level is set at the DUT port of the coupling device.

For testing, the signal is 80 % amplitude modulated (AM) with a 1 kHz sinewave to simulate actual threats.

The coupling device shall be a coupling decoupling network (CDN), as specified in IEC 61000-4-6. However, if a suitable CDN for the required rated current is not commercially available, other coupling methods may be adopted, such as the current clamp or the direct injection.

The test has to be conducted with the battery in normal operating conditions, i.e. within the rated internal temperature range and connected to a load/charger, both in charging mode and in discharging mode. The charge and discharge rates are the nominal ones. The state of charge of the battery under test is not important, as it does not influence the test results.

All the connections to the battery shall be tested: main terminal connections, auxiliary power supply, communication lines, digital inputs/outputs and others, if existing. If the battery has multiple identical ports (same input or output electronic circuits, loads, connected equipment, etc.), at least one of these ports shall be selected for testing to ensure that all different types of ports are covered.

During the test all battery modes shall be exercised and the behaviour shall be evaluated.

Acceptance criterion: A of Table 6.

6.3.3.7 Voltage dips and short interruptions immunity test

6.3.3.7.1 AC power inputs

This test is intended to verify the battery immunity to voltage dips and short interruptions of AC power supply. Voltage dips and short interruptions are caused by faults in the network, primarily short circuits in installations or by sudden large changes of load.

The test shall be conducted according to the test procedure detailed in IEC 61000-4-11 if the rated supply current does not exceed 16 A per phase, and according to IEC 61000-4-34 for input current more than 16 A per phase.

The dip/interruption duration for each residual voltage value is specified in Table 5, according to the environment where the battery is designed to be installed.

This test is applicable only to AC power supply inputs of the battery, intended to be connected to 50 Hz or 60 Hz networks, such as for example:

- AC supply to heaters or coolers,
- AC auxiliary power supply,
- AC supply to auxiliary equipment (communication equipment, controllers, monitoring devices, etc.).

It is not applicable to:

- outputs,
- other frequency AC networks (e.g. 400 Hz).

The test shall be conducted with the battery in normal operating conditions, i.e. within the rated internal temperature and connected to a load/charger.

Each combination of time/residual voltage reported in Table 5 shall be applied three times to the DUT. The sequence shall be repeated for each operating mode (charge / discharge / standby).

Acceptance criteria:

The acceptance criteria are not the same for all time/voltage combinations. See Table 5 for details and Table 6 for criteria description.

6.3.3.7.2 DC power inputs

This test is intended to verify the battery immunity to voltage dips and short interruptions of DC power supply. Voltage dips and short interruptions are caused by faults in the network, primarily short circuits in installations or by sudden large changes of load. Voltage interruptions can also be caused by changing from one source to another switching by mechanical relays.

The test shall be conducted according to the test procedure detailed in IEC 61000-4-29.

The dip/interruption duration for each residual voltage value is specified in Table 5, according to the environment where the battery is designed to be installed.

This test is applicable only to DC power supply inputs of the battery, such as for example:

- DC supply to heaters or coolers,
- DC auxiliary power supply,

- DC supply to auxiliary equipment (communication equipment, controllers, monitoring devices, etc.).

NOTE DC inputs are those inputs intended to be connected to an external DC supply. If the battery, for example, includes an AC/DC converter to supply its DC auxiliary circuits, the applicable test is that of 6.3.3.7.1.

This test is not applicable to:

- outputs;
- DC circuits (e.g. heaters) which are permanently connected to battery terminals.

The standard test generator described in IEC 61000-4-29 has maximum voltage of 360 V and maximum current of 25 A. If this is not sufficient to cover the application, as a first step it is recommended to reduce the battery size. If this is not sufficient a higher capability generator may be used provided that the other specifications are preserved. The test generator steady state power/current capability shall be at least 20 % greater than the DUT power/current ratings.

The test shall be conducted with the battery in normal operating conditions, i.e. within the rated internal temperature range and connected to a load/charger.

Each combination of time/residual voltage reported in Table 5 shall be applied three times to the DUT. The sequence shall be repeated for each operating mode (charge / discharge / standby).

Acceptance criteria:

The acceptance criteria are not the same for all time/voltage combinations. See Table 5 for details and Table 6 for criteria description.

6.3.3.8 Emission tests

6.3.3.8.1 Stationary applications

Tests for electromagnetic emission shall be conducted according to the relevant generic standard:

- For residential environments, refer to IEC 61000-6-3.
- For industrial or substation environments, refer to IEC 61000-6-4.

In both cases the following ports shall be tested:

- Enclosure port
- AC auxiliary power supply port (if any)
- DC auxiliary power supply port (if any)
- Communication port(s)
- Digital or analog I/O ports

It is not required to test the battery terminals.

6.3.3.8.2 Mobile applications

Mobile applications may fall under different environments, where different standards apply. For example, the following standards apply for the applications listed:

- Railway applications: for example, standby batteries installed on board a railway vehicle. For these applications the limits and the test procedures contained in IEC 62236-3-2 apply.

- Road vehicle, boat and machine applications: for example, standby batteries installed on board trucks, buses, ambulances, etc. For these applications the limits and the test procedures contained in CISPR 25 apply.

6.4 Routine tests

See specific product standard.

6.5 Special tests

See specific product standard.

7 Markings

7.1 General

Marking, position of marking and mounting methods shall be suitable for the application. Plates and labels shall be indelible and not easily detachable.

7.2 Data plate marking

The data plate/label(s) shall include the following information:

- a) Type of battery;
- b) Manufacturer's name (with trademark), and address;
- c) Serial number of the battery and year of manufacture;
- d) Battery nominal voltage;
- e) Auxiliary nominal voltage (if any);
- f) Range of ambient temperatures (minimum and maximum);
- g) Weight;
- h) Battery electrochemical type (see specific product standard for relevant marking rules);
- i) Warning labels (see specific product standard for relevant marking rules).

8 Rules for transportation, installation and maintenance

8.1 Transportation

See specific product standard.

8.2 Installation

See specific product standard.

8.3 Maintenance

The manufacturer shall provide suitable maintenance instructions within the user manual.

9 Documentation

9.1 Instruction manual

The information necessary for installation, operation, maintenance and dismantling shall be supplied in appropriate forms with drawings, diagrams, charts and tables.

9.2 Test report

Refer to specific product standard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-1:2020

Bibliography

IEC 60050-482:2004, *International Electrochemical Vocabulary – Chapter 482: Primary and secondary cells and batteries*

IEC 60721-3-2:2018, *Classification of environmental conditions – Part 3-2: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Transportation and handling*

IEC 60952 (all parts), *Aircraft batteries*

IEC 61427-2:2015, *Secondary cells and batteries for renewable energy storage – General requirements and methods of test – Part 2: On-grid applications*

IEC 61982 (all parts), *Secondary batteries (except lithium) for the propulsion of electric road vehicles*

IEC 62485-2, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-1:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	38
1 Domaine d'application	40
2 Références normatives	40
3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés	41
3.1 Construction de la batterie	41
3.2 Fonctionnalité de la batterie	44
3.3 Symboles et termes abrégés	46
4 Conditions environnementales (de service)	47
4.1 Généralités	47
4.2 Conditions normales de service pour installations fixes	47
4.2.1 Généralités	47
4.2.2 Conditions environnementales normales supplémentaires pour installations en intérieur	48
4.2.3 Conditions environnementales normales supplémentaires pour installations en extérieur	48
4.3 Conditions particulières de service pour installations fixes	48
4.3.1 Généralités	48
4.3.2 Conditions particulières de service supplémentaires pour installations en intérieur	48
4.3.3 Conditions particulières de service supplémentaires pour installations en extérieur	48
4.4 Conditions normales de service pour les installations mobiles (à l'exception de la propulsion)	48
4.5 Conditions particulières de service pour les installations mobiles (à l'exception de la propulsion)	49
5 Conception et exigences	49
5.1 Architecture des batteries	49
5.1.1 Module	49
5.1.2 Batterie	49
5.1.3 Assemblage de batteries	50
5.1.4 Sous-système de gestion thermique	51
5.2 Exigences mécaniques	51
5.2.1 Généralités	51
5.2.2 Enveloppe de batterie	52
5.2.3 Vibrations	52
5.2.4 Impact mécanique	52
5.3 Exigences environnementales	52
5.4 Exigences relatives à la CEM	52
6 Essais	53
6.1 Généralités	53
6.1.1 Classification des essais	53
6.1.2 Choix de l'objet d'essai	53
6.1.3 Conditions initiales du DUT avant les essais	54
6.1.4 Équipement de mesure	54
6.2 Liste des essais	55
6.3 Essais de type	56
6.3.1 Essais mécaniques	56
6.3.2 Essais environnementaux	57

6.3.3	Essais de CEM	59
6.4	Essais individuels de série	69
6.5	Essais spéciaux	69
7	Marquages	69
7.1	Généralités	69
7.2	Marquage des plaques signalétiques	69
8	Règles concernant le transport, l'installation et la maintenance	69
8.1	Transport	69
8.2	Installation	69
8.3	Maintenance	69
9	Documentation	69
9.1	Manuel d'instructions	69
9.2	Rapport d'essai	70
	Bibliographie	71
	Figure 1 – Composants d'une batterie	50
	Figure 2 – Composants d'un assemblage de batteries	50
	Figure 3 – Sous-système de gestion thermique	51
	Tableau 1 – Liste des symboles et des termes abrégés	47
	Tableau 2 – Environnements électromagnétiques	53
	Tableau 3 – Essais de type	55
	Tableau 4 – Chaleur humide – essai continu	58
	Tableau 5 – Niveau de sévérité des essais de CEM	60
	Tableau 6 – Description des critères d'évaluation pour les essais d'immunité	61
	Tableau 7 – Paramètres de l'essai aux transitoires électriques rapides en salves	64
	Tableau 8 – Niveaux d'essai aux ondes de choc	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BATTERIES D'ACCUMULATEURS À HAUTE TEMPÉRATURE –

Partie 1: Exigences générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62984-1 a été établie par le comité d'études 21 de l'IEC: Accumulateurs.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/1031/FDIS	21/1041/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 internationale.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62984, publiées sous le titre général *Batteries d'accumulateurs à haute température*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62984-1:2020

BATTERIES D'ACCUMULATEURS À HAUTE TEMPÉRATURE –

Partie 1: Exigences générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62984 spécifie les aspects généraux, les définitions et les essais relatifs aux batteries d'accumulateurs à haute température pour usage mobile et/ou fixe et dont la tension nominale ne dépasse pas 1 500 V.

Le présent document ne couvre pas les batteries d'aéronefs, qui sont couvertes par l'IEC 60952 (toutes les parties), ou les batteries pour la propulsion des véhicules routiers électriques, couvertes par l'IEC 61982 (toutes les parties).

NOTE Les batteries à haute température sont des systèmes électrochimiques dont la température de fonctionnement interne minimale des éléments dépasse 100 °C.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60068-2-1:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

IEC 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-52:2017, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)* (disponible en anglais seulement)

IEC 60068-2-64:2008, *Essais d'environnement – Partie 2-64: Essais – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande et guide*

IEC 60068-2-75:2014, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais au marteau*

IEC 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en sèves*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61000-4-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

IEC 61000-4-29, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-29: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension sur les accès d'alimentation en courant continu*

IEC 61000-4-34, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-34: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension pour matériel ayant un courant d'alimentation de plus de 16 A par phase*

IEC 61000-6-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

IEC 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

IEC 61373, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

IEC 62236-3-2, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 3-2: Matériel roulant – Appareils*

IEC 62262, *Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)*

CISPR 25, *Véhicules, bateaux et moteurs à combustion interne – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure pour la protection des récepteurs embarqués*

3 Termes, définitions, symboles et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour l'utilisation en normalisation disponibles aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Construction de la batterie

3.1.1 élément

unité fonctionnelle de base, consistant en un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, de conteneur, de bornes et généralement de séparateurs, qui est une source d'énergie électrique obtenue par transformation directe d'énergie chimique

Note 1 à l'article: Voir pile et accumulateur.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-01-01]

3.1.2

accumulateur

élément qui est conçu pour être rechargé électriquement

Note 1 à l'article: La recharge est accomplie au moyen d'une réaction chimique réversible.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-01-03]

3.1.3

module

ensemble normalisé et interchangeable d'éléments d'accumulateur connectés en série et/ou en parallèle et matériel associé conçu pour un assemblage facile en une batterie commercialisée

[SOURCE: IEC 61427-2:2015, 3.29]

3.1.4

batterie

un ou plusieurs éléments équipés des dispositifs nécessaires pour l'emploi, par exemple boîtier, bornes, marquage et dispositifs de protection

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-01-04]

3.1.5

batterie à haute température

batterie dont la température de fonctionnement interne minimale des éléments est supérieure à 100 °C

Note 1 à l'article: Une batterie à haute température est inactive lorsque les éléments sont à la température ambiante ou à une température inférieure.

3.1.6

électrode (d'un élément)

électrode, reliée électriquement à une borne d'un élément, en contact électrique avec l'électrolyte de cet élément et sur laquelle la réaction à l'électrode se produit

Note 1 à l'article: Pour "électrode", voir l'IEC 60050-151:2001, 151-13-01.

Note 2 à l'article: La matière active peut faire partie de l'électrode.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-21]

3.1.7

borne

partie conductrice d'un dispositif, d'un circuit électrique ou d'un réseau électrique, destinée à le connecter à un ou plusieurs conducteurs extérieurs

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-22]

3.1.8

borne négative

partie conductrice accessible fournie pour le raccordement d'un circuit électrique extérieur à l'électrode négative de l'élément

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-24]

3.1.9**borne positive**

partie conductrice accessible fournie pour le raccordement d'un circuit électrique extérieur à l'électrode positive de l'élément

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-25]

3.1.10**électrolyte**

substance liquide ou solide contenant des ions mobiles qui la rendent ioniquement conductrice

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-29, modifié – La note a été supprimée.]

3.1.11**matière active**

matière qui réagit chimiquement pour produire de l'énergie électrique lorsque l'élément se décharge

Note 1 à l'article: Pour les accumulateurs, la matière active est ramenée à son état initial pendant la charge.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-02-33]

3.1.12**enveloppe**

enceinte assurant le type et le degré de protection approprié pour l'application prévue

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-35]

3.1.13**réaction électrochimique**

réaction chimique impliquant une oxydation ou une réduction de composants chimiques avec un transfert d'électrons vers ou en provenance de la matière active

Note 1 à l'article: La réaction à l'électrode peut aussi comprendre d'autres réactions chimiques incluant des sous-réactions sur une électrode d'un élément.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-01]

3.1.14**montage en parallèle** (d'un élément ou d'une batterie)

assemblage d'éléments ou de batteries dans lequel toutes les bornes positives et toutes les bornes négatives sont respectivement reliées entre elles

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-39]

3.1.15**montage en parallèle-série** (d'un élément ou d'une batterie)

assemblage d'éléments ou de batteries dans lequel des montages en parallèle d'éléments ou batteries sont connectés en série

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-40]

3.1.16**montage en série** (d'un élément ou d'une batterie)

assemblage d'éléments ou de batteries dans lequel la borne positive de chaque élément ou batterie est connectée à la borne négative de l'élément suivant ou de la batterie suivante

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-41]

3.1.17

montage en série-parallèle (d'un élément ou d'une batterie)

assemblage d'éléments ou de batteries dans lequel des montages en série d'éléments ou batteries sont connectés en parallèle

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-42]

3.1.18

assemblage de batteries

ensemble de batteries

bloc de plusieurs batteries, montées en parallèle et en série

3.1.19

système de gestion de batterie

BMS

système électronique associé à une batterie qui surveille et/ou gère son état, calcule les données secondaires, rapporte ces données et/ou contrôle son environnement pour influencer la performance et/ou la durée de vie de la batterie

Note 1 à l'article: La fonction du système de gestion de batterie peut être entièrement ou partiellement assignée au bloc de batteries et/ou aux équipements qui utilisent cette batterie.

Note 2 à l'article: Un système de gestion de batterie est également appelé "unité de gestion de batterie" (BMU – battery management unit).

Note 3 à l'article: Le terme abrégé "BMS" est dérivé du terme anglais développé correspondant "battery management system".

3.1.20

système de support de batterie

BSS

système qui prend en charge la batterie et qui comprend, par exemple, des fonctions telles que: la communication, la prévention des incendies, la protection et la commande de l'énergie électrique, la climatisation, les capteurs anti-intrusions, etc.

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "BSS" est dérivé du terme anglais développé correspondant "battery support system".

3.2 Fonctionnalité de la batterie

3.2.1

capacité (d'éléments ou batteries)

charge électrique qu'un élément ou une batterie peut fournir dans des conditions de décharge spécifiées

Note 1 à l'article: Dans le système international SI, l'unité de charge électrique, ou quantité d'électricité, est le coulomb (1 C = 1 A·s), mais en pratique, la capacité est généralement exprimée en ampères heures (A·h).

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-14]

3.2.2

capacité assignée

C_r

valeur de la capacité d'une batterie déterminée dans des conditions spécifiées et déclarée par le fabricant

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-15, modifié – Le symbole a été ajouté.]

3.2.3

énergie d'une batterie

énergie électrique qu'une batterie fournit dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Dans le système international SI, l'unité d'énergie est le joule ($1 \text{ J} = 1 \text{ W}\cdot\text{s}$), mais en pratique, l'énergie d'une batterie est généralement exprimée en wattheures ($\text{W}\cdot\text{h}$) ($1 \text{ W}\cdot\text{h} = 3\,600 \text{ J}$).

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-21]

3.2.4

décharge (d'une batterie)

opération par laquelle une batterie fournit, à un circuit extérieur et dans des conditions spécifiées, l'énergie électrique produite dans les éléments

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-23]

3.2.5

courant de décharge

courant électrique fourni par une batterie au cours de sa décharge

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-24]

3.2.6

régime de décharge

courant électrique auquel est déchargée une batterie

Note 1 à l'article: Le régime de décharge est calculé en divisant la capacité assignée par le temps de décharge, ce qui conduit à un courant électrique.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-25]

3.2.7

valeur nominale

valeur d'une grandeur, utilisée pour dénommer et identifier un composant, un dispositif, un matériel ou un système

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-43, modifié – La note et le deuxième terme privilégié "valeur de dénomination" ont été supprimés.]

3.2.8

tension nominale

U_n

valeur approchée appropriée d'une tension, utilisée pour désigner ou identifier un élément, une batterie, ou un système électrochimique

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-31, modifié – Le symbole a été ajouté.]

3.2.9

durée de vie en service

durée totale de la vie active d'un élément ou d'une batterie en fonctionnement

Note 1 à l'article: Pour les piles, la durée de vie en service correspond au temps total ou à la capacité totale de décharge dans des conditions spécifiées.

Note 2 à l'article: Pour les accumulateurs et batteries d'accumulateurs, la durée de vie en service peut être exprimée en temps, nombre de cycles charge/décharge ou capacité en ampères heures (Ah).

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-46]

3.2.10

charge d'une batterie

opération pendant laquelle un accumulateur ou une batterie d'accumulateurs reçoit de l'énergie électrique d'un circuit extérieur, qui conduit à des modifications chimiques à l'intérieur de l'élément et ainsi au stockage de l'énergie sous forme d'énergie chimique

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-27]

3.2.11

charge complète

état de charge dans lequel toute la matière active disponible se trouve dans un état tel que la charge effectuée selon les conditions choisies ne produise aucune augmentation significative de la capacité

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-42]

3.2.12

régime de charge (relatif aux accumulateurs et batteries d'accumulateurs)

I_t

courant électrique auquel on charge un accumulateur ou une batterie d'accumulateurs

Note 1 à l'article: Le régime de charge est le courant de référence $I_t = C_r/n$ où C_r est la capacité assignée déclarée par le fabricant et n est le temps de base en heures pour lequel la capacité assignée est déclarée.

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-05-45, modifié – Le symbole a été ajouté.]

3.2.13

état de charge

SOC

rapport de la charge électrique réelle disponible dans une batterie sur la charge électrique dans un état de charge complète

Note 1 à l'article: Le terme abrégé "SOC" est dérivé du terme anglais développé correspondant "state of charge".

3.2.14

état de veille

état dans lequel la batterie ne se charge ou ne se décharge pas, mais est immédiatement prête à fonctionner

Note 1 à l'article: Définition reposant sur l'IEC 60050-192:2015, 192-02-12.

3.2.15

état vacant

état de disponibilité et de non-fonctionnement pendant une période non requise

Note 1 à l'article: L'adjectif "vacant" qualifie une entité se trouvant dans un état vacant.

Note 2 à l'article: Dans certaines applications, une entité dans un état vacant dont certaines sous-entités fonctionnent serait considérée comme en fonctionnement.

Note 3 à l'article: L'état vacant est lié à la charge/décharge de la batterie et, par conséquent, une batterie d'accumulateurs à haute température se trouve dans un état vacant lorsqu'elle se trouve dans la plage de températures de fonctionnement, mais ne peut pas être chargée ou déchargée.

[SOURCE: IEC 60050-192:2015, 192-02-14, modifié – "<d'une entité>" et le terme déconseillé "état libre" ont été supprimés, et la Note 3 à l'article a été ajoutée.]

3.3 Symboles et termes abrégés

La liste des symboles et des termes abrégés est donnée dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Liste des symboles et des termes abrégés

Symbole / terme abrégé	Terme développé	Référence
AM	Amplitude Modulation (modulation d'amplitude)	
BMS	Battery Management System (système de gestion de batterie)	Voir 3.1.19
BSS	Battery Support System (système de support batterie)	Voir 3.1.20
C_r	Capacité assignée	Voir 3.2.2
CDN	Coupling Decoupling Network (réseau de couplage/découplage)	
DUT	Device Under Test (dispositif en essai)	
EESS	Electrical Energy Storage System (système de stockage d'énergie électrique)	
EFT	Electrical Fast Transient (transitoires électriques rapides)	
CEM	Compatibilité ElectroMagnétique	
DES	Décharge Electrostatique	
I_t	Régime de charge	Voir 3.2.12
PCS	Power Conversion System (système de conversion de puissance)	
SOC	État de charge	Voir 3.2.13
TDMA	Time Division Multiple Access (accès multiple réparti dans le temps)	
U_n	Tension nominale	Voir 3.2.8
UFA	Uniform Field Area (zone de champ uniforme)	

4 Conditions environnementales (de service)

4.1 Généralités

Dans les batteries d'accumulateurs à haute température, les éléments sont maintenus à haute température et placés dans une enveloppe à isolation thermique. Ces batteries sont ainsi relativement insensibles à la température ambiante externe.

Cependant, les parties auxiliaires telles que les régulateurs thermiques, le BMS, etc. ne fonctionnent pas à haute température. Par conséquent, elles sont affectées par les conditions environnementales, qui doivent être prises en compte.

Sauf spécification contraire, les batteries à haute température sont conçues pour être utilisées à leurs caractéristiques assignées dans les conditions environnementales normales mentionnées en 4.2 ou 4.4.

Si les conditions réelles de service diffèrent de ces conditions normales de service, les batteries à haute température sont conçues pour être conformes aux conditions particulières de service mentionnées en 4.3 ou 4.5.

4.2 Conditions normales de service pour installations fixes

4.2.1 Généralités

- Altitude: hauteur au-dessus du niveau de la mer ne dépassant pas 1 000 m
- Vibrations: les vibrations pendant le fonctionnement normal peuvent être ignorées. Cependant, les vibrations survenant pendant le transport doivent être prises en compte.
- Humidité: HR ≤ 95 %, sans condensation

4.2.2 Conditions environnementales normales supplémentaires pour installations en intérieur

- Plage de températures: –5 °C à 40 °C
- Rayonnement solaire: peut être ignoré
- Pollution: négligeable

4.2.3 Conditions environnementales normales supplémentaires pour installations en extérieur

- Plage de températures: –20 °C à 40 °C
- Rayonnement solaire: jusqu'à 1 000 W/m²
- Pollution: l'air peut être pollué par de la poussière, de la fumée, de la vapeur ou un brouillard salin léger
- Humidité: une condensation ou des précipitations peuvent se produire
- Couche de glace: < 20 mm

4.3 Conditions particulières de service pour installations fixes

4.3.1 Généralités

- Altitude: hauteur au-dessus du niveau de la mer ne dépassant pas 2 000 m
- Vibrations: les vibrations pendant le fonctionnement normal peuvent être ignorées. Cependant, les vibrations survenant pendant le transport doivent être prises en compte.
- Humidité: HR ≤ 98 %, avec condensation
- Pollution: négligeable

4.3.2 Conditions particulières de service supplémentaires pour installations en intérieur

- Plage de températures: –15 °C à 50 °C
- Rayonnement solaire: peut être ignoré
- Pollution: négligeable

4.3.3 Conditions particulières de service supplémentaires pour installations en extérieur

- Plage de températures: –15 °C à 50 °C ou –40 °C à 40 °C
- Rayonnement solaire: jusqu'à 1 180 W/m²
- Pollution: l'air peut être pollué par de la poussière, de la fumée ou de la vapeur.
- Humidité: une condensation ou des précipitations peuvent se produire
- Couche de glace: < 40 mm
- Pour les installations côtières ou en mer, la présence de brouillard salin doit être prise en compte.

4.4 Conditions normales de service pour les installations mobiles (à l'exception de la propulsion)

- Montage embarqué non exposé aux conditions météorologiques
- Plage de températures: –15 °C à +55 °C
- Rayonnement solaire: peut être ignoré
- Altitude: hauteur au-dessus du niveau de la mer ne dépassant pas 1 000 m
- Vibrations: les vibrations non négligeables pendant le fonctionnement normal doivent être prises en compte

- Humidité: $HR \leq 95 \%$, sans condensation

4.5 Conditions particulières de service pour les installations mobiles (à l'exception de la propulsion)

- Montage embarqué exposé au soleil et/ou à la pluie
- Plage de températures: -25 °C à $+70\text{ °C}$
- Rayonnement solaire: jusqu'à $1\,180\text{ W/m}^2$
- Altitude: hauteur au-dessus du niveau de la mer ne dépassant pas $3\,000\text{ m}$
- Vibrations: les vibrations non négligeables pendant le fonctionnement normal doivent être prises en compte
- Humidité: $HR \leq 98 \%$, avec condensation
- Humidité: une condensation ou des précipitations peuvent se produire
- Pollution: l'air peut être pollué par de la poussière, de la fumée ou de la vapeur
- Pour les environnements côtiers ou sur navire, la présence de brouillard salin doit être prise en compte.

5 Conception et exigences

5.1 Architecture des batteries

5.1.1 Module

Les batteries à haute température sont normalement construites avec plusieurs éléments connectés ensemble. Ces éléments sont assemblés avec des éléments chauffants appropriés, des refroidisseurs (si nécessaire), des capteurs de température, etc., et sont contenus dans des boîtiers à isolation thermique. Cette disposition est appelée "module".

La structure modulaire est souvent utilisée en raison de l'utilisation généralisée des batteries à haute température pour les applications de stockage d'énergie. Ces applications exigent des capacités élevées et des tensions système relativement élevées, de sorte que la structure modulaire soit régulièrement employée.

Un module ne peut pas être utilisé tel quel, car il contient des éléments et d'autres composants tels que des capteurs, des éléments chauffants et des refroidisseurs, mais il peut ne pas être équipé des commandes logiques et des composants nécessaires au fonctionnement correct.

5.1.2 Batterie

Une batterie est constituée (voir Figure 1) d'un ou de plusieurs modules connectés ensemble et commandés par un système de gestion de batterie (BMS) approprié qui fournit toutes les commandes électroniques nécessaires pour assurer une gestion optimale des éléments et empêcher le fonctionnement en dehors des conditions fiables.

Par conséquent, une batterie est nécessairement constituée d'au moins un BMS et d'un ou de plusieurs modules.

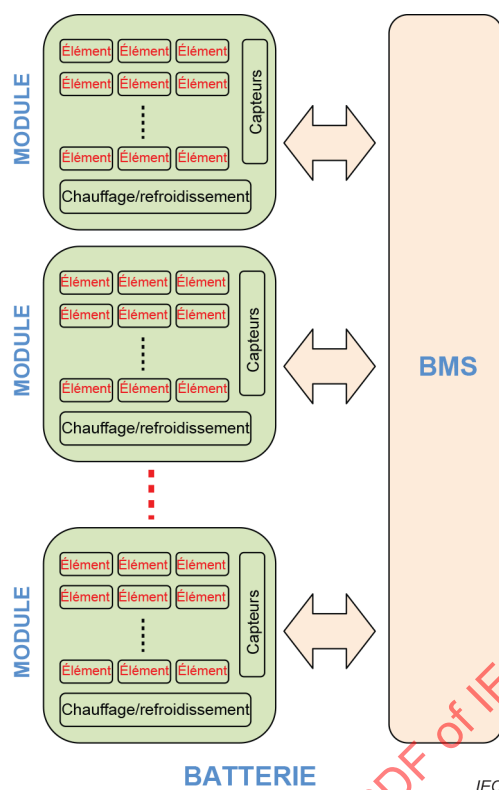


Figure 1 – Composants d'une batterie

5.1.3 Assemblage de batteries

Les assemblages de batteries, tels que ceux utilisés dans les systèmes de stockage d'énergie électrique (EESS – *Electrical Energy Storage Systems*), sont constitués de plusieurs batteries, montées en parallèle et/ou en série, et de tous les systèmes auxiliaires nécessaires à la gestion du système dans son intégralité, souvent appelés "système de support batterie" (BSS), voir Figure 2.

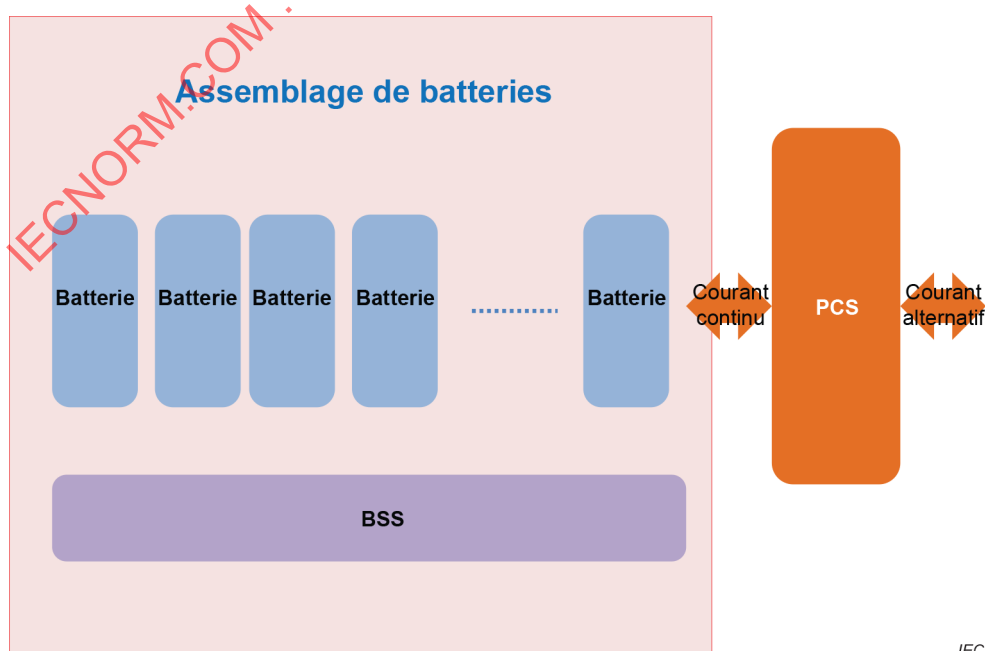


Figure 2 – Composants d'un assemblage de batteries

Le système de support batterie (BSS) peut comprendre, par exemple, des fonctions telles que: la communication, la prévention des incendies, la protection et la commande de l'énergie électrique, la climatisation, les capteurs anti-intrusions, etc.

Dans les applications de stockage d'énergie, les assemblages de batteries sont généralement connectés à un système de conditionnement d'énergie (PCS – *Power Conditioning System*) qui est lui-même connecté au réseau.

5.1.4 Sous-système de gestion thermique

Les batteries à haute température ont la caractéristique particulière de ne pouvoir fonctionner que lorsque la température des éléments internes se trouve dans la plage de températures de fonctionnement (relativement élevées) spécifiée, dans laquelle les matériaux actifs pertinents sont en état de fusion.

Le sous-système de gestion de température constitue, par conséquent, une partie essentielle de ce type de batteries. Ce sous-système fait partie du BMS. Une structure type d'un tel sous-système de gestion de température est représentée à la Figure 3.

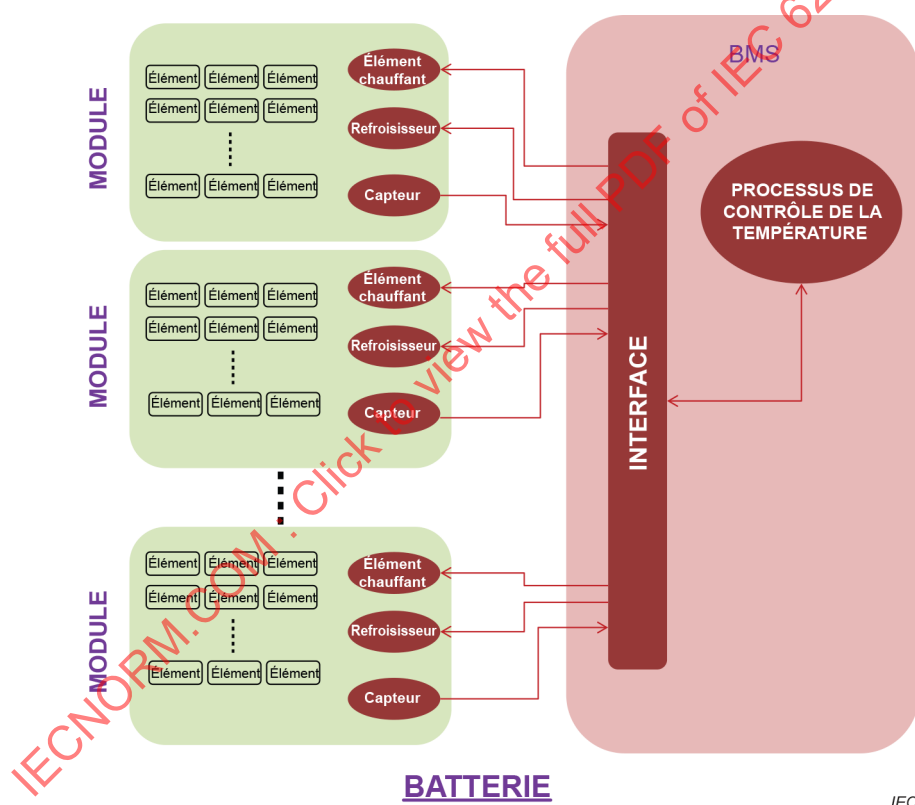


Figure 3 – Sous-système de gestion thermique

5.2 Exigences mécaniques

5.2.1 Généralités

L'enveloppe et les structures de support doivent résister aux effets néfastes dans l'environnement dans lequel ils sont installés, y compris les effets de l'exposition à l'eau, aux ultraviolets (UV), aux extrêmes de température, à la corrosion et aux impacts et contraintes mécaniques, comme applicables à l'installation. Les batteries conçues pour être installées dans des zones sismiques doivent être conçues et dimensionnées pour la zone particulière prévue, comme indiqué dans les documents d'installation et la spécification de conception du système.

5.2.2 Enveloppe de batterie

L'enveloppe d'une batterie doit être conçue de sorte à prévenir la pénétration d'humidité, de poussière ou d'autres effets néfastes de l'environnement selon son installation prévue. L'enveloppe d'une batterie doit avoir un degré de protection assigné supérieur ou égal à IP54 (conformément à l'IEC 60529) pour les applications en extérieur et IP43 pour les applications en intérieur.

5.2.3 Vibrations

5.2.3.1 Installations fixes

Les installations fixes de batteries ne sont normalement pas réputées être soumises à des vibrations pendant le fonctionnement normal.

Par conséquent, les exigences de résistance aux vibrations sont uniquement applicables aux modules ou batteries pour prendre en compte les vibrations dues au transport. Pendant le transport, les modules se trouvent généralement dans un état froid (inactif) et correctement emballés en vue de leur expédition. Cela signifie que la batterie est réputée être protégée par l'emballage et qu'il lui est, en outre, impossible de libérer de l'énergie.

Les références relatives aux niveaux de vibrations rencontrés pendant le transport sont données dans l'IEC 60721-3-2.

La procédure d'essai est indiquée en 6.3.1.2.

5.2.3.2 Installations mobiles

Les batteries embarquées sur des véhicules terrestres sont soumises aux vibrations non seulement pendant le transport, mais aussi pendant le fonctionnement normal. Pendant le fonctionnement normal, la batterie est électriquement connectée à sa charge et sa température est éventuellement comprise dans la plage de températures de fonctionnement, ce qui signifie qu'elle peut être active.

Ces types de batteries doivent donc résister aux vibrations types d'une installation de véhicule terrestre pendant le fonctionnement normal.

Les batteries destinées à être utilisées à bord de véhicules terrestres doivent être soumises à l'essai conformément à la procédure d'essai indiquée en 6.3.1.3.

5.2.4 Impact mécanique

L'enveloppe de la batterie doit protéger le contenu contre les impacts et doit avoir un code IK minimal assigné de IK08 en référence à l'IEC 62262.

L'essai d'impact mécanique est décrit en 6.3.1.4.

5.3 Exigences environnementales

La batterie doit être conçue pour résister aux conditions environnementales spécifiées à l'Article 4, conformément aux applications pertinentes. Cette capacité doit être démontrée par les essais environnementaux appropriés mentionnés en 6.3.2.

5.4 Exigences relatives à la CEM

Le fonctionnement correct de toutes les batteries d'accumulateurs à haute température repose sur un BMS électronique. Ceci pose problème quant à la compatibilité de ce sous-système électronique avec les environnements électromagnétiques spécifiques à l'application correspondante.

À cet égard, le Tableau 2 présente certains environnements électromagnétiques selon les applications types les plus répandues. La batterie doit être conçue pour résister aux perturbations électromagnétiques de l'environnement choisi sans provoquer de perturbation inacceptable. Ceci doit être démontré par les essais décrits en 6.3.

Tableau 2 – Environnements électromagnétiques

R	I	S	M
Résidentiel	Industriel	Poste	Mobile
Domiciles, boutiques, bureaux, hôpitaux, écoles, industries légères, etc.	Installations industrielles	Centrales électriques	Applications embarquées sur des bus, chemins de fer, etc.

6 Essais

6.1 Généralités

6.1.1 Classification des essais

Les essais spécifiés dans le présent document sont classés comme suit:

Essai de type: essai effectué sur un ou plusieurs appareils de conception donnée servant à démontrer la conformité de ces appareils aux exigences du présent document.

NOTE 1 Cet essai est généralement destiné à valider la conception.

Essai individuel de série: essai effectué sur chaque unité produite pendant ou après la fabrication pour vérifier si elle satisfait aux exigences de la norme concernée ou aux critères spécifiés. Les essais individuels de série ne compromettent pas les propriétés et la fiabilité de l'objet d'essai.

NOTE 2 Cet essai est généralement destiné à mettre en évidence les défauts de fabrication et à maîtriser la qualité du processus de fabrication, des matériaux et des composants.

Essai spécial: essai différent de l'essai de type ou de l'essai individuel de série, effectué de manière facultative par accord entre le fabricant et l'acheteur et mené selon la procédure pertinente d'essai spécifiée dans le présent document.

Essai sur site: essai effectué sur un appareil après son installation finale sur le site du client.

NOTE 3 Les essais d'acceptation du client, les essais sur site et les essais périodiques après installation ne sont pas couverts par le présent document, car ils sont fortement associés à des applications spécifiques.

6.1.2 Choix de l'objet d'essai

6.1.2.1 Dispositif en essai (DUT) pour essais de type

Tous les essais de type doivent être réalisés sur l'appareil complet, c'est-à-dire, la batterie complète avec les accessoires exigés pour qu'elle exerce correctement ses fonctionnalités, sauf si cela s'avère impossible ou peu pratique. Dans ce cas, il est admis d'effectuer des essais de type sur des modules, à condition qu'ils soient disponibles dans le commerce (par exemple, en tant que pièces de rechange remplaçables par l'utilisateur) et équipés de tous les accessoires (par exemple, BMS, BSS, etc.) influant sur les résultats des essais. Dans ce cas, le DUT est une batterie constituée d'au moins un module. Des détails supplémentaires sont donnés dans chaque procédure d'essai.

Le DUT doit être choisi de manière à être pleinement représentatif en ce qui concerne l'extensibilité, de la batterie complète en service et de manière à pouvoir extrapoler les résultats d'essai à l'intégralité de l'installation de batteries.

6.1.2.2 DUT pour essais individuels de série

Les essais individuels de série doivent être effectués sur tous les modules ou toutes les batteries fabriqué(e)s.

Lorsque la conception n'est pas modulaire et que les entités fabriquées sont des batteries, le DUT est la batterie. Lorsque la conception est modulaire et que les entités fabriquées sont des modules remplaçables sur site et disponibles sur le marché en tant que pièces de rechange, chaque module est un DUT.

6.1.2.3 DUT pour essais spéciaux

Le DUT choisi pour les essais spéciaux doit être le même que pour les essais de type, sauf spécification contraire dans la procédure pertinente d'essai.

6.1.2.4 DUT pour essais sur site

Les essais sur site doivent être effectués sur la batterie complète.

6.1.3 Conditions initiales du DUT avant les essais

6.1.3.1 Température interne

Sauf spécification contraire dans la procédure d'essai, la température interne de la batterie à l'essai doit se trouver dans la plage assignée de températures, automatiquement gérée par le BMS.

6.1.3.2 Condition de charge avant les essais

Sauf spécification contraire dans la procédure d'essai, la batterie à l'essai doit être entièrement chargée, conformément à la procédure de charge spécifiée par le fabricant, et en état de veille.

6.1.4 Équipement de mesure

6.1.4.1 Mesurages de tension

Les instruments utilisés doivent avoir une exactitude d'au moins $\pm 0,5$ % ou plus pour les essais de type et d'au moins ± 1 % ou plus pour les essais individuels de série.

6.1.4.2 Mesurages de courant

Les instruments utilisés doivent avoir une exactitude d'au moins $\pm 0,5$ % ou plus pour les essais de type et d'au moins ± 1 % ou plus pour les essais individuels de série.

Il convient de porter une attention particulière à l'exactitude du courant mesuré et du courant intégré dans le temps étant donné que toute dégradation de l'exactitude ou toute instabilité peut compromettre l'efficacité des routines de stabilisation des SOC.

6.1.4.3 Mesurages de température

L'instrument utilisé doit avoir une résolution de $0,5$ °C. L'exactitude de l'instrument doit être de ± 2 % ou plus.

6.1.4.4 Mesurage de l'humidité

L'exactitude de mesure de l'humidité (HR) doit être de ± 3 % ou plus.

6.1.4.5 Mesurages du temps

L'instrument utilisé doit avoir une résolution de 1 s et une exactitude de $\pm 0,1$ % de l'intervalle de temps mesuré.

6.1.4.6 Mesurages de puissance

Le mesurage doit avoir une exactitude d'au moins ± 1 % ou plus.

6.2 Liste des essais

La liste des essais de type est donnée dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Essais de type

Essai	Paragraphe	Environnement (voir Tableau 2)			
		R	I	S	M
Degré de protection assigné	6.3.1.1	X	X	X	X
Essai de vibrations pour batteries fixes	6.3.1.2	X	X	X	
Essai de chocs et vibrations pour batteries mobiles	6.3.1.3				X
Essai d'impacts mécaniques	6.3.1.4	X	X	X	X
Chaleur sèche	6.3.2.1.2	X	X	X	X
Froid	6.3.2.1.3	X	X	X	X
Chaleur humide – essai continu	6.3.2.1.4	X	X	X	X
Essai cyclique de chaleur humide	6.3.2.1.5			X	X
Brouillard salin, essai cyclique (pour applications marines/côtières uniquement)	6.3.2.2		(X)	(X)	(X)
DES	6.3.3	X	X	X	X
Champs EM rayonnés	6.3.3	X	X	X	X
Transitoires électriques rapides en salves	6.3.3	X	X	X	X
Ondes de choc	6.3.3		X	X	
Perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques	6.3.3	X	X	X	X
Creux de tension et coupures brèves (courant alternatif)	6.3.3	X	X	X	X
Creux de tension et coupures brèves (courant continu)	6.3.3		X	X	
Émissions	6.3.3	X	X	X	X

La séquence d'essais de type n'est pas obligatoire. Cependant, avant et après toute séquence d'essais de type ou d'essais spéciaux, l'éprouvette d'essai doit être soumise à des essais individuels de série.

Sauf spécification contraire dans la procédure d'essai spécifique, les critères d'évaluation des essais de type ou des essais spéciaux démontrent que la différence entre le mesurage de la capacité d'une batterie effectué avant et après les essais de type ou spéciaux est négligeable.

6.3 Essais de type

6.3.1 Essais mécaniques

6.3.1.1 Essai du degré de protection assigné

Le degré de protection assigné de la batterie, spécifié en 5.2.2, doit être soumis à l'essai conformément à la procédure pertinente d'essai spécifiée dans l'IEC 60529.

6.3.1.2 Essai de vibrations pour batteries fixes

Cet essai est effectué pour vérifier la capacité de la batterie à résister aux vibrations pendant le transport conformément à 5.2.3.1.

L'essai est effectué conformément à l'IEC 60068-2-64.

Les niveaux de sévérité sont conformes à la catégorie 1 (transport) du Tableau A.1 et du Tableau A.2 pour le spectre A.1 de l'Annexe A de l'IEC 60068-2-64:2008.

Choix du DUT: l'objet d'essai doit être la batterie ou le module ou le composant qui est expédié au client, dans ses conditions réelles d'expédition, y compris l'emballage et les accessoires (amortisseurs, pièces de fixation, etc.) utilisés pour l'expédition. Cependant, en cas de batteries imposantes et lourdes, lorsque les dimensions et le poids rendent l'essai irréalisable en raison des limites de la table vibrante, il est admis de soumettre à l'essai des sous-ensembles, tels que des modules, le BMS, le BSS, etc. Dans ce cas, il doit être démontré que le cadre/la structure de montage utilisé(e) pour l'expédition n'amplifie pas de manière significative les vibrations pendant le transport.

Les conditions du DUT doivent être les suivantes: la température interne doit être inférieure à 50 °C et le DUT doit être emballé conformément aux conditions normales d'expédition. Lorsque le DUT est un sous-ensemble de pièces expédiées et que l'emballage ne peut pas être l'emballage correspondant, un emballage adapté reproduisant les conditions réelles d'expédition des dimensions intégrales de la pièce expédiée doit être utilisé.

Après l'essai, le DUT doit être examiné afin de détecter les dommages éventuels.

Critères d'évaluation: aucun dommage mécanique, électrique ou fonctionnel.

6.3.1.3 Essai de chocs et vibrations pour batteries mobiles

Cet essai est effectué pour vérifier la capacité de la batterie ou du module conçu(e) pour des applications mobiles, telles que les applications ferroviaires, à résister aux vibrations pendant l'utilisation conformément à 5.2.3.2.

La batterie doit être soumise à des essais de chocs et vibrations conformément à l'IEC 61373.

Le niveau de sévérité est le suivant: Catégorie 1 – Classe B: montage sur caisse.

Condition du DUT pendant l'essai: monté comme en service et en conditions de fonctionnement.

Critères d'évaluation: aucun dommage mécanique, électrique ou fonctionnel. Performances normales pendant l'essai.

6.3.1.4 Essai d'impacts mécaniques

Cet essai est effectué pour démontrer la conformité à 5.2.4 et est destiné à démontrer un niveau acceptable de robustesse de la batterie lorsqu'elle peut être accidentellement exposée à des impacts mécaniques en service.

L'essai visant à vérifier le grade IK exigé doit être effectué avec l'équipement d'essai décrit dans l'IEC 60068-2-75.

Conditions initiales du DUT: la batterie doit être montée comme en service, à la température interne assignée et à un SOC de 100 %.

Les impacts doivent être appliqués à toutes les surfaces exposées qui peuvent être endommagées en service.

Pendant les impacts, le fonctionnement normal du DUT est exigé.

La méthode d'essai doit être celle de l'essai Ehb: marteau à ressort, décrit à l'Article 6 de l'IEC 60068-2-75:2014.

Critères d'évaluation: aucun dommage mécanique, électrique ou fonctionnel. Les dommages mécaniques légers (bosses, fissures de parties non fonctionnelles) sont acceptables sauf s'ils compromettent la fonctionnalité ou les performances de sécurité.

6.3.2 Essais environnementaux

6.3.2.1 Essais de température

6.3.2.1.1 Généralités

Les essais de température sont effectués pour démontrer la conformité à l'Article 4. En particulier, ils sont destinés à soumettre à l'essai la capacité de la batterie à supporter les valeurs extrêmes des plages de températures et d'humidités.

Les essais de chaleur sèche et de froid sont effectués aux limites de stockage et de fonctionnement, tandis que les essais de chaleur humide sont effectués aux limites de fonctionnement uniquement, car les batteries et les modules sont réputés être stockés dans des emballages résistant à l'humidité.

6.3.2.1.2 Chaleur sèche

L'essai doit être effectué conformément à l'Essai B: Chaleur sèche de l'IEC 60068-2-2.

L'essai doit être effectué:

- à la température maximale assignée de stockage pendant 24 h, la batterie n'étant pas opérationnelle.
- à la température maximale assignée de fonctionnement pendant 24 h, les éléments étant dans la plage de températures internes de fonctionnement et la batterie étant opérationnelle.

Critères d'évaluation: fonctionnement normal.

6.3.2.1.3 Froid

L'essai doit être effectué conformément à l'Essai A: Froid de l'IEC 60068-2-1.

L'essai doit être effectué:

- à la température minimale assignée de stockage pendant 24 h, la batterie n'étant pas opérationnelle;
- à la température minimale assignée de fonctionnement pendant 24 h, les éléments étant dans la plage de températures internes de fonctionnement et la batterie étant opérationnelle.

Critères d'évaluation: fonctionnement normal.

6.3.2.1.4 Chaleur humide – essai continu

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60068-2-78. L'essai doit être réalisé au niveau de sévérité spécifié dans le Tableau 4 en fonction de l'environnement choisi. La batterie doit être dans les conditions normales de fonctionnement pendant l'essai.

Tableau 4 – Chaleur humide – essai continu

Environnement	Température °C	Humidité %HR	Durée jours
Résidentiel	30	85	10
Industriel	40	85	10
Poste	40	93	21
Mobile	40	93	10

Critères d'évaluation: fonctionnement normal.

6.3.2.1.5 Essai cyclique de chaleur humide

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60068-2-30:2005, avec le niveau de sévérité suivant:

- Durée de l'essai: 21 cycles de 24 h (12 h + 12 h) chacun.
- À 25 °C, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95 % HR.
- Température maximale de 40 °C à une humidité relative de (93 ± 3) % HR.
- Le cycle de température doit se dérouler conformément à la variante 2.

La batterie doit être dans les conditions normales de fonctionnement pendant l'essai.

Critères d'évaluation: aucun dommage mécanique, électrique ou fonctionnel. Performances normales pendant l'essai.

6.3.2.2 Brouillard salin, essai cyclique

Cet essai est exigé pour les batteries fixes ou mobiles destinées à être installées sur des navires ou dans un environnement côtier.

Cet essai est destiné à vérifier la résistance à la corrosion des matériaux utilisés lors de la construction de batteries. Par conséquent, la batterie n'est normalement pas alimentée pendant l'essai.

Le DUT peut être une batterie ou un module et doit être propre et équipé avant l'essai des enveloppes ou protections spécifiées dans le manuel d'utilisation et d'installation. De plus, il doit faire l'objet d'un examen visuel à des fins de comparaison après l'essai.

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60068-2-52:2017, à l'aide de la méthode d'essai 2 avec une solution saline neutre. La chambre d'humidité doit être maintenue à une humidité relative de plus de 95 % à une température de $50 \text{ °C} \pm 2 \text{ K}$.

Après l'essai, le DUT doit faire l'objet d'un examen visuel.

Critères d'acceptation: pas de corrosion importante.