

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical energy storage (EES) systems –
Part 4-4: Environmental requirements for battery-based energy storage systems
(BESS) with reused batteries**

**Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) –
Partie 4-4: Exigences environnementales pour les systèmes de stockage de
l'énergie sur batterie (BESS) avec batteries réutilisées**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2023 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 Secretariat
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical energy storage (EES) systems –
Part 4-4: Environmental requirements for battery-based energy storage systems
(BESS) with reused batteries**

**Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) –
Partie 4-4: Exigences environnementales pour les systèmes de stockage de
l'énergie sur batterie (BESS) avec batteries réutilisées**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.020.30

ISBN 978-2-8322-7785-0

**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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms	6
3.1 Terms and definitions.....	6
3.2 Abbreviated terms.....	8
4 General	8
5 Identifying environmental issues of EES systems	8
5.1 General.....	8
5.2 Guide for addressing environmental issues	8
5.3 Aspects resulting from the implementation of reused batteries in a BESS	9
6 Environmental guidelines of EES system	10
6.1 Environmental aspects resulting from a BESS with reused batteries	10
6.1.1 General	10
6.1.2 Requirements at the design stage.....	10
6.1.3 Requirements at the procurement and acquisition stage	11
6.1.4 Requirements at the assembly and installation stage	11
6.1.5 Requirements at the operation stage	12
6.1.6 Requirements at the maintenance stage	13
6.1.7 Requirements at the disassembly stage.....	13
6.1.8 Requirements for customer information	13
6.2 Guidelines on environmental impacts on the BESS system	14
6.3 Guidelines on environmental impacts from the BESS system	14
Annex A (informative) Battery specific emissions into the environment	15
Annex B (informative) Reference to IEC TS 62933-4-1	17
Bibliography.....	18
 Table B.1 – Display of the environmental aspect subclauses in relation to the relevant life cycle stages	 17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL ENERGY STORAGE (EES) SYSTEMS –**Part 4-4: Environmental requirements for battery-based energy storage systems (BESS) with reused batteries**

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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62933-4-4 has been prepared by IEC technical committee 120: Electrical Energy Storage (EES) Systems. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
120/333/FDIS	120/338/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 62933 series, published under the general title *Electrical energy storage (EES) systems*, 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 webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

INTRODUCTION

The increased use of renewable energy is enhancing the decarbonization of energy production by reducing CO₂ emissions caused by the use of fossil fuels. The production of renewable energy with solar and wind power is however associated with large temporal output fluctuations.

This causes increased voltage and frequency instabilities in the power grid. These irregularities can be advantageously counteracted with battery-based energy storage systems (BESS).

Such battery-based energy storage systems can be assembled with reused batteries coming from other electric energy storage installations or electric vehicles.

The reuse of batteries enhances all facets of the life cycle thinking (LCT) by reducing premature product obsolescence.

Reused cells, modules or battery assemblies entail particular attention toward the possible impact on the environment they will have due to their being a pre-aged component.

The impacts to the environment resulting from reused batteries are reviewed and appropriate requirements are defined.

This document complements, when reused batteries are involved, the information and guidance provided by IEC TS 62933-4-1.

ELECTRICAL ENERGY STORAGE (EES) SYSTEMS –

Part 4-4: Environmental requirements for battery-based energy storage systems (BESS) with reused batteries

1 Scope

This part of the IEC 62933 series describes environmental issues when reused batteries are considered for a BESS.

It provides details and requirements for identifying and preventing environmental issues in each life cycle stage, i.e., from the design to the disassembly of such reused batteries in a BESS.

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

IEC TS 62933-4-1:2017, *Electric energy storage (EES) systems – Part 4-1: Guidance on environmental issues – General specification*

IEC Guide 109:2012, *Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

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

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

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

3.1.1

battery-based energy storage system

BESS

electrical energy storage system with an accumulation subsystem based on batteries with secondary cells

Note 1 to entry: Battery energy storage systems include flow battery energy systems.

3.1.2

reuse, noun

operation by which secondary batteries that are not waste are used again in an application

3.1.3
life cycle thinking
LCT

consideration of all relevant environmental aspects during the entire (product) life cycle

[SOURCE: IEC Guide 109:2012, 3.10, modified – in the definition "of products" has been replaced with "(product)".]

3.1.4
life cycle assessment
LCA

compilation and evaluation of the inputs, outputs and the potential environmental impacts product system throughout its life cycle

[SOURCE: ISO 14040:2006, 3.2]

3.1.5
environment

surroundings in which a product or system exists, including air, water, land, natural resources, flora, fauna, humans and their interrelation

[SOURCE: IEC Guide 109:2012, 3.3]

3.1.6
environmental aspect

element of an organization's activities or products that can interact with the environment

Note 1 to entry: A significant environmental aspect has or can have a significant environmental impact.

[SOURCE: IEC Guide 109:2012, 3.4]

3.1.7
environmental impact

change to the environment, whether adverse or beneficial, wholly or partly resulting from environmental aspects

[SOURCE: IEC Guide 109: 2012, 3.5, modified – in the definition "an organization's" has been omitted.]

3.1.8
life cycle

consecutive and interlinked stages of a product system, from raw material acquisition or generation from natural resources to the final disposal

[SOURCE: IEC Guide 109:2012, 3.8]

3.1.9
installation

one apparatus or set of devices and/or apparatuses associated in a given location to fulfil specified purposes, including all means for their satisfactory operation

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-11-26]

3.1.10 service life

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

[SOURCE: IEC 60050-482:2004, 482-03-46, modified – the notes have been deleted.]

3.1.11 customer

person or organization that receives a product or service

Note 1 to entry: The customer will be the user or a distributor.

[SOURCE: ISO 9000:2014, 3.2.4, modified – in the definition, "could or does" and "that is intended for or required by this person or organization" have been deleted, the example has been omitted and the note has been modified.]

3.2 Abbreviated terms

BESS	battery-based energy storage system
BMS	battery management system
EV	electric vehicle
LCA	life cycle assessment
LCT	life cycle thinking
PPE	personal protective equipment
SoC	state of charge
SoH	state of health

4 General

Batteries of the BESS accumulation subsystem can be derived from installations and systems where they have been operated with specific user profiles and environmental conditions for sizable periods of time. Details of these use conditions can be fragmentary or unknown, complicating the reuse of the batteries.

Clause 5 and Clause 6 provide guidance and requirements to properly select and use reused batteries for a BESS and thus prevent premature failures and unwanted negative impacts on the environment.

5 Identifying environmental issues of EES systems

5.1 General

The guidance on general environmental aspects and their impacts caused by EES systems is given in IEC TS 62933-4-1.

Environmental aspects and requirements specific to the use of reused batteries in the accumulation subsystem of a BESS are addressed in the present document.

5.2 Guide for addressing environmental issues

ISO Guide 64 addresses environmental issues in product standards and outlines the relationship between provisions in product standards and the environmental aspects and impacts of the product.

ISO Guide 64 recommends the use of life cycle thinking when defining environmental provisions for a product for which a standard is drafted.

The following clauses in ISO Guide 64:2008 are referred to in this document.

- Clause 3 – Basic principles and approaches
- Clause 4 – Environmental aspects to be considered for systematically addressing environmental issues in product standards
- Clause 5 – Identifying product environmental aspects using a systematic approach
- Clause 6 – Guidance for integrating environmental provisions in the product standards

The major stages in the life cycle thinking process referred to in ISO Guide 64 are as follows:

- Design, procurement and acquisition, such as design, procurement of products/components and location of assembly where some EES systems, depending on storage technologies, can be integrated as a system in a factory while others can be integrated as a system on-site.
- Assembly and installation, such as on-site deployment of an already integrated EES system, on-site integration of products/components, on-site test and checking of operations and commissioning test.
- Operation and maintenance, such as on-site repair, partial replacement of a product/component.
- Disassembly, such as disassembly into products/components and shift in location, depending on storage technologies, of an already integrated EES system.

The service life of a product, such as an ESS, starts from the commissioning test at the end of the "installation stage" and ends when it is removed from its intended use during the "disassembly stage".

This document focuses on environmental issues on a BESS. For battery specific emissions into the environment, see Annex A.

Table B.1 in Annex B shows the relationship between the stages of the life cycle and the respective subclauses of the present document.

5.3 Aspects resulting from the implementation of reused batteries in a BESS

A reused battery of a BESS can have its origin in single cells and modules reclaimed from a disassembled electric vehicle (EV) or a BESS or consist in complete battery assemblies, with or without attached battery management and environmental control systems, coming from similar sources.

One of the key tasks when planning to reuse batteries is the assessment that all of their components satisfy the requirements of homogeneity in terms of design, manufacturing, age and operating history, and that their present status allows their economically viable, safe and environmentally sound operation in the future BESS.

The following relevant product life stages can be identified:

- specification of the required performance of the battery in the BESS;
- selection and procurement of the reused battery;
- fit-for-service verification of the reused battery;
- installation of the reused battery and ancillary equipment;
- operation in the BESS with the reused battery;
- disposal and recycling of the reused battery at its end of service life.

The reuse of batteries is desirable for environmental reasons, but they should not induce heightened environmental risk levels in a BESS, and adequate steps for their selection and characterization should be implemented.

The crucial information necessary for risk mitigation is knowledge of the first-life service history, usage data and the actual state of health (SoH). It is possible that the access to such data is not forthcoming due to invoked intellectual property rights or business and trade secrets.

Possible sources of risks which can be carried by a reused battery into a BESS are:

- Damaged or over-aged separators in the cells which can induce internal shorts and thermal runaway.
- Decomposed electrolyte and accumulated gaseous decomposition products which can cause the release of toxic, corrosive, and flammable compounds.
- Degraded cell container integrity which can cause electrolyte creep and conductive paths to ground, i.e., ground shorts.
- Imbalanced cell capacities which can be induced by excessive periods of high current demand in the first-life application, and which are not properly recoverable by the BMS of the BESS.
- Lost first-life service and SoH data due to a defective or missing BMS which does not allow a proper assessment of the health of incoming batteries destined for a reuse in the BESS.
- Lost traceability of the cells of the battery pack to its manufacturer and implemented design version which does not allow to properly pair them for use in a BESS and cause performance imbalances.
- Early deterioration of other components (e.g., insulation, controls, wiring) that are part of the reused battery assembly, and which can cause premature system outages and failures.

6 Environmental guidelines of EES system

6.1 Environmental aspects resulting from a BESS with reused batteries

6.1.1 General

The results generated throughout the assessments of the environmental aspects detailed below shall be accessible and safeguarded. Local regulations on environmental aspects can apply.

The economical attractiveness of reused batteries depends on the operational benefits achieved minus cost of other life cycle stages, for example, the cost of the ultimate and environmentally sound recycling or disposal of the battery materials.

Reused batteries can be supplied in various layouts, forms or assembly structures and can require that particular measures are to be taken in case of a fault developing within the battery.

6.1.2 Requirements at the design stage

The use of reused batteries in the BESS shall be considered in accordance with IEC Guide 109:2012, 4.3, to maximize resource and energy conservation and minimize pollution and waste.

The following requirements shall be fulfilled:

- The operating conditions of the reused battery in terms of power demands, ambient temperatures and energy turnovers per defined time period shall be defined.
- A contingency plan for their ultimate disposal and recycling shall be established to provide data for decision making in this matter.
- A contingency plan for battery failure mitigation shall be established and implemented to prevent a possible negative impact on the environment.

6.1.3 Requirements at the procurement and acquisition stage

The following requirements shall be fulfilled and appropriate acceptance criteria available:

- The batteries to be reused shall come only from sources assuring traceability of their design details, materials and compositions and past, i.e. first life operating conditions.
- The selection process shall verify that a reuse of the battery is considered admissible by the battery manufacturer as applicable.
- The "first-life data" of the battery shall be assembled in accordance with the guidance of relevant IEC standards as applicable, and the access to and archiving of the documents shall be assured for a duration of the BESS service duration.
- Batteries in transit from their prior application to their future use in a BESS shall be stored appropriately.
- The storage of the reused batteries shall not impair their status by exposing them to condensing humidity, excessive low or high temperatures and mechanical damages.
- All accessories such as BMS, cabling, monitoring devices and associated environmental controls shall be stored and safeguarded in such a way that the link to the concerned cells, modules and batteries can be restored if necessary.
- The incoming reused cells, modules and batteries shall be inspected in accordance with an established quality assurance protocol.
- Cells with an unknown condition or visible signs of leakage, stains or case deformations shall not be considered fit for reuse in the BESS and shall be disposed in an environmentally friendly mode.
- Due to uncertainties in the performance level of the cells, modules and batteries proposed for reuse, each unit shall be tested in accordance with IEC battery performance and safety standards in such a way that the performance values are those necessary in the BESS.
- The performance and safety standards applied in the selection process of the reused cells and batteries shall be equal to that when new cells and batteries are qualified for use.
- The tested cells, modules and batteries to be reused shall all carry or be provided with unique and robust identification code allowing for full traceability of their origin, qualification test results and future location in the BESS.
- The cells, modules and batteries to be reused can already arrive equipped with diagnostic equipment such as temperature and voltage probes, capacity or SoC equalization circuits and similar. The satisfactory functioning of these components and their integration and compatibility with the original BESS equipment of similar function shall be verified.
- The reused cells, modules and batteries can have been designed to operate with specified and customized environmental control equipment and conditions. The planned environmental controls and ancillary equipment of the BESS shall meet the requirements the manufacturer of these reused cells, modules and batteries has also specified for a new operating environment in a BESS.

6.1.4 Requirements at the assembly and installation stage

6.1.4.1 General

The reuse of batteries will entail their physical integration into the design of an existing or a new BESS system.

This assembly activity will require specialized means and conditions of transport, local storage and additional access, by installation personnel, to critical features and components carrying dangerous voltages or containing toxic or corrosive chemicals.

Risks can be potentiated by a possibly necessary reconfiguration and rewiring of the reused batteries and a lack of appropriate operating and installation instructions.

Adequate precautions to avoid environmental aspects are therefore necessary as indicated in 6.1.4.2.

6.1.4.2 Requirements

The following requirements shall be fulfilled:

- Risks to the environment, i.e., to personnel in a chronic way shall be minimized and all activities shall be carried out to ensure safety during work on live power sources and dangerous chemicals.
- Only qualified personnel, with an established chain of command and open communication channels to the BESS plant operator, shall carry out the work.
- The enclosure of the BESS, where the installation work is carried out, shall be free from any toxic liquid, vapour and gas and well ventilated during any presence of installation personnel.
- Adequate environmental and personal protective equipment (PPE) shall be made available.
- The storage of the battery and ancillary components, prior to installation, shall be such that no damage occurs, especially due to water, temperature, airborne salt, human intervention and similar.
- The BESS shall be kept powered down and all components, potentially carrying dangerous voltages, shall be fully compliant with the appropriate protection levels against access to hazardous parts (IP according to IEC 60529) and the required insulation class level.
- For added safety, the battery components to be installed shall stay disconnected galvanically from any live circuit until completion of the installation.
- For added safety, all components shall be placed in such a state that the subunits also do not carry dangerous voltages.
- Prior to the reactivation of the BESS, a thorough inspection of the correct connection and placement of sensing and monitoring devices and also cooling and ventilation air channels shall be carried out following a checklist.
- The BESS control software shall be updated and take in consideration the presence of reused batteries.

6.1.5 Requirements at the operation stage

6.1.5.1 General

The start of the operation of a BESS with reused batteries requires attention in its execution. Any negative environmental impact is to be prevented that can otherwise nullify the benefits derived from operating the system with reused batteries.

6.1.5.2 Requirements

The following requirements shall be fulfilled:

- Prior to the start of operation and to minimize risks, the status of the BESS and its batteries shall be again verified and documented.
- The current state of charge of the cells, modules and batteries shall be checked to avoid under- or overcharge conditions and associated failures.
- All installed hardware and software and also their sources and specifications shall be documented.
- This documentation shall be reviewed by the responsible parties of the BESS with reused batteries and formally approved.
- The revised operation and maintenance instruction document, with a clear identification of its version and validity, shall be distributed to all responsible parties and any divergent version recalled.

- The environmental and personal protective equipment (PPE) present in the BESS shall be updated to reflect the presence of reused batteries as necessary.
- Certain models of the reused cells, modules and batteries can require that particular measures be taken in case of a fault developing in or with the battery.
- Contingency plans for such mitigations of failures, specifically for their negative impact on the environment, shall be prepared and implemented.

6.1.6 Requirements at the maintenance stage

The following requirements shall be fulfilled:

- The inspection and maintenance interval of the BESS with reused batteries shall be adapted to take in account that reused batteries can show an accelerated ageing compared to new batteries in the same installation.
- A maintenance instruction document adapted to the presence of reused batteries shall be established, carrying a clear identification of the type and location of the reused cells in the BESS.
- The environmental and personal protective equipment (PPE) present in the BESS shall be updated to reflect the presence of reused batteries as necessary.
- The maintenance, repair tools and equipment shall take into consideration the particular features and needs of the reused batteries.
- Third-party personnel such as for mechanical and electrical maintenance, chemical decontamination and firefighting shall be fully briefed for the presence of reused batteries.
They shall be clearly marked especially if they are collocated physically in the same BESS accumulation system.

6.1.7 Requirements at the disassembly stage

The following requirements shall be fulfilled:

- A decommissioning plan for such activities shall be established already in the design phase of the BESS project to provide data for decision taking.
- The disposal procedures of the reused cells can change over the lifetime of the battery and the resulting financial burden can evolve. The disposal procedures shall be periodically reviewed for continued relevancy.
- If new information on the environmental risks of battery chemicals present becomes available, then their impact on the continued viability of the BESS operation shall be reviewed and corrective action, including a possible cessation of operation, shall be taken.
- A disposal procedure shall be established, by which substances that can impact the environment are safely managed and disposed of.

6.1.8 Requirements for customer information

The BESS is a complex system requiring a robust and stable interaction between chemical, physical, electrical and mechanical features and devices.

In view of this complexity an appropriate and exhaustive information of the concerned entities is essential .

The following requirements shall be fulfilled:

- The functioning of the BESS with reused batteries shall be properly documented.
- This documentation shall be transmitted to the involved responsible parties of the BESS.
- The documentation shall be updated when changes in layout, components or the operation mode of the BESS with reused batteries occurs.

6.2 Guidelines on environmental impacts on the BESS system

Under development.

6.3 Guidelines on environmental impacts from the BESS system

Under development.

Annex A (informative)

Battery specific emissions into the environment

The environment is defined as the surroundings in which an organization or equipment operates including air, water, land, natural resources, flora, fauna, humans, and their interrelation.

The installation of new or reused batteries in a BESS results in the presence of specific chemical compounds and the decomposition or transformation products that could be released into the environment and possibly associated with harmful effects thereupon.

The batteries used as energy accumulation systems in a BESS are typically of a sealed construction with or without overpressure relief valves.

Batteries with aqueous electrolyte in the lead-acid (Pb/PbO₂) or nickel-cadmium design (NiCd) release hydrogen via these valves during their charge.

Exceptions are cells and batteries in the nickel-metal hydrid (NiMH) design where hydrogen is efficiently captured in the hydrogen absorption alloy.

The released hydrogen has to be removed via ventilation from the environment in the vicinity of the battery so that its local concentration does not exceed its lower explosive limit of 4 % in volume in air.

The ventilation requirements are specified in relevant IEC standards such as for example IEC 62485-2.

Batteries with aqueous electrolyte should be ventilated as batteries undergoing charge under boost conditions.

Flow batteries also produce hydrogen that accumulates in the headroom of the electrolyte storage tanks from where it is released via one-way resealable valves. The ventilation requirements for flow batteries are chemistry and design specific and provided by their manufacturers.

Flow batteries require also adequate electrolyte catchment volumes to prevent soil and water contamination in the case of a rupture in the flow cell stack, electrolyte storage tanks and piping.

Batteries with organic electrolyte such as lithium-ion types release, upon malfunctioning, vapours and gases of organic compounds. These compounds have varying toxicity and flammability levels and are released via valves and burst discs into the environment.

Batteries of the high temperature type of the sodium-sulphur (NaS) or sodium-nickel chloride (NaNiCl) have active masses with molten sodium, sulphur and nickel chloride compounds at temperatures above 250 °C which can escape in the case of the rupture of the metallic cell containers. Batteries operating at elevated temperature (> 250 °C) with molten salts as active masses and solid electrolyte do not emit gasses.

Aged batteries with organic electrolyte will be showing an increased tendency of venting due to an accumulation of electrolyte decomposition by-products and drifting SoC control values.

Due to the combined effects of toxicity and flammability, the level of these compounds has to be properly monitored and their content in air managed via emergency ventilation.

Adequate firefighting capabilities and personal protective equipment is essential when an ESS with batteries is operated.

It is recommended that all BESS installations have adequate catchments for fire-extinguishing water and monitors for released gasses.

Heat is released by the cells in relation to the amount of current flow and the instantaneous cell polarization and internal ohmic resistance. This value can be affected by the presence of reused cells where a deteriorated internal resistance and voltage levels will increase heat generation.

It is recommended that all such BESS installations have adequate fire-extinguishing water barriers and catchments.

Annex B (informative)

Reference to IEC TS 62933-4-1

Table B.1 is an adaptation IEC TS 62933-4-1:2017, Table 1.

It shows the subclauses of IEC 62933-4-4 which detail the life cycle stages of a BESS and the associated environmental aspects.

The subclauses describing the environmental aspects at the different stages of the life cycle are identified by the grey fields.

Table B.1 – Display of the environmental aspect subclauses in relation to the relevant life cycle stages

ISO Guide 64 issues category	Stage of the life cycle					
	Design	Procurement and acquisition	Assembly and installation	Operation and maintenance	Disassembly	Transport
Inputs						
Materials	6.1.2	6.1.3				
Water						
Energy						
Land						
Outputs						
Emissions to air			6.1.4	6.1.5	6.1.7	
Discharges to water						
Discharge to soil						
Waste						6.1.6
Noise, vibration, radiation, heat						
Other relevant aspects						
Risk to the environment from accidents or unintended use						
Customer information	6.1.8					

Bibliography

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

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

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

IEC 63330¹, *Requirements for reuse of secondary batteries*

IEC 63338², *General guidance on reuse of secondary cells and batteries*

ISO Guide 64, *Guide for addressing environmental issues in product standards*

ISO 9000:2015, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 14040:2006, *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC FDIS 63330:2023.

² Under preparation. Stage at the time of publication: IEC CDV 63338:2023.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives	24
3 Termes, définitions et abréviations	24
3.1 Termes et définitions	24
3.2 Abréviations.....	26
4 Généralités.....	26
5 Identification des préoccupations environnementales liées aux systèmes EES	27
5.1 Généralités	27
5.2 Guide pour traiter les préoccupations environnementales	27
5.3 Aspects issus de la mise en œuvre des batteries réutilisées dans un BESS.....	28
6 Lignes directrices environnementales d'un système EES.....	29
6.1 Aspects environnementaux résultant d'un BESS avec des batteries réutilisées	29
6.1.1 Généralités.....	29
6.1.2 Exigences au stade de conception.....	29
6.1.3 Exigences au stade d'approvisionnement et d'acquisition	29
6.1.4 Exigences au stade d'assemblage et d'installation.....	30
6.1.5 Exigences au stade d'exploitation.....	31
6.1.6 Exigences au stade de maintenance.....	32
6.1.7 Exigences au stade de démontage	32
6.1.8 Exigences relatives aux informations des clients	32
6.2 Lignes directrices relatives aux impacts environnementaux sur le système BESS	33
6.3 Lignes directrices relatives aux impacts environnementaux dus au système BESS	33
Annexe A (informative) Émissions spécifiques des batteries dans l'environnement	34
Annexe B (informative) Référence à l'IEC TS 62933-4-1	36
Bibliographie.....	37
Tableau B.1 – Affichage des articles/paragraphes relatifs aux aspects environnementaux par rapport aux stades pertinents du cycle de vie	36

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (EES) –

Partie 4-4: Exigences environnementales pour les systèmes de stockage de l'énergie sur batterie (BESS) avec batteries réutilisées

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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

L'IEC 62933-4-4 a été établie par le comité d'études 120 de l'IEC: Systèmes de stockage de l'énergie électrique. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
120/333/FDIS	120/338/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les directives ISO/IEC, Partie 1 et les directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62933, publiées sous le titre général *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES)*, se trouve 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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

L'utilisation accrue des énergies renouvelables favorise la décarbonation de la production d'énergie par la réduction des émissions de CO₂ dues à l'utilisation de combustibles fossiles. La production d'énergie renouvelable à partir de l'énergie solaire et éolienne est toutefois associée à d'importantes fluctuations temporelles de la production.

Cette situation entraîne une augmentation des instabilités de tension et de fréquence dans le réseau électrique. Ces irrégularités peuvent être avantageusement contrecarrées par l'utilisation de systèmes de stockage de l'énergie sur batterie (BESS).

Ces systèmes de stockage de l'énergie sur batterie peuvent être assemblés avec des batteries réutilisées qui proviennent d'autres installations de stockage d'énergie électrique ou de véhicules électriques.

La réutilisation des batteries améliore tous les aspects de la réflexion sur le cycle de vie (LCT) par la réduction de l'obsolescence prématurée des produits.

Les éléments, modules ou assemblages de batteries réutilisés nécessitent une attention particulière quant à leur effet potentiel sur l'environnement car ce sont des composants prévieillis.

Les effets sur l'environnement qui résultent de la réutilisation des batteries sont examinés et des exigences appropriées sont définies.

Le présent document complète, lorsque des batteries réutilisées sont impliquées, les informations et les recommandations fournies par l'IEC TS 62933-4-1.

SYSTÈMES DE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE (EES) –

Partie 4-4: Exigences environnementales pour les systèmes de stockage de l'énergie sur batterie (BESS) avec batteries réutilisées

1 Domaine d'application

La présente partie de la série IEC 62933 décrit les préoccupations environnementales qui surviennent lorsque des batteries réutilisées sont envisagées pour un BESS.

Elle fournit des informations détaillées et des exigences pour l'identification et la prévention concernant ces préoccupations environnementales à chaque stade du cycle de vie, c'est-à-dire de la conception au démontage de ces batteries réutilisées dans un BESS.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC TS 62933-4-1:2017 *Electric energy storage (EES) systems – Part 4-1: Guidance on environmental issues – General specification* (disponible en anglais seulement)

GUIDE IEC 109:2012, *Aspects liés à l'environnement - Prise en compte dans les normes électrotechniques de produits*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

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

3.1.1

système de stockage de l'énergie sur batterie BESS

système de stockage de l'énergie électrique avec un sous-système d'accumulation reposant sur les batteries avec accumulateurs

Note 1 à l'article: Les systèmes de stockage de l'énergie sur batterie incluent des systèmes de production d'énergie à batteries d'accumulateurs à circulation d'électrolyte.

Note 2 à l'article: L'abréviation "BESS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "battery energy storage system".

3.1.2 réutilisation

opération par laquelle les batteries d'accumulateurs qui ne sont pas des déchets sont réutilisées dans une application

3.1.3 réflexion sur le cycle de vie LCT

prise en compte de tous les aspects environnementaux au cours de tout le cycle de vie (du produit)

Note 1 à l'article: L'abréviation "LCT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "life-cycle thinking".

[SOURCE: Guide IEC 109:2012, 3.10, modifié – Dans la définition "des produits" a été remplacé par "(du produit)".]

3.1.4 analyse du cycle de vie ACV

compilation et évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie

[SOURCE: ISO 14040:2006, 3.2]

3.1.5 environnement

milieu dans lequel un produit ou un système existe, incluant l'air, l'eau, le sol, les ressources naturelles, la flore, la faune, les êtres humains et leurs interrelations

[SOURCE: Guide IEC 109:2012, 3.3]

3.1.6 aspect environnemental

élément des activités ou des produits d'un organisme susceptible d'interactions avec l'environnement

Note 1 à l'article: Un aspect environnemental significatif a ou peut avoir un impact environnemental significatif.

[SOURCE: Guide IEC 109:2012, 3.4]

3.1.7 impact environnemental

modification de l'environnement, qu'elle soit négative ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des aspects environnementaux

[SOURCE: Guide IEC 109:2012, 3.5, modifié – Dans la définition "d'un organisme" a été supprimée].

3.1.8 cycle de vie

phases consécutives et liées d'un système de produits, depuis l'acquisition des matières premières ou la génération des ressources naturelles jusqu'à l'élimination finale

[SOURCE: Guide IEC 109:2012, 3.8]

3.1.9 installation

appareil unique ou ensemble de dispositifs ou d'appareils associés en vue d'une application déterminée et situés en un emplacement donné, y compris les moyens nécessaires à leur fonctionnement correct

[SOURCE: IEC 60050-151:2021 151-11-26]

3.1.10 durée de vie en service

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

[SOURCE: IEC 60050-482:2024, 482-03-46 – modifié – les notes sont été supprimées.]

3.1.11 client

personne ou organisme qui reçoit un produit ou un service

Note 1 à l'article: Le client est l'utilisateur ou un distributeur.

[SOURCE: ISO 9000:2014, 3.2.4, modifié – dans la définition, "qui est susceptible de recevoir ou qui reçoit" et "destiné à, ou demandé par, cette personne ou cet organisme" ont été supprimés, l'exemple n'a pas été repris et la note a été modifiée.]

3.2 Abréviations

BESS	battery-based energy storage system (Système de stockage de l'énergie sur batterie)
BMS	battery management system (Système de gestion sur batterie)
EPI	personal protective equipment (équipement de protection individuelle)
LCA	life cycle assessment (analyse du cycle de vie)
LCT	life cycle thinking (réflexion sur le cycle de vie)
SoC	state of charge (état de charge)
SoH	state of health (état de santé)
VE	véhicule électrique

4 Généralités

Les batteries du sous-système d'accumulation d'un BESS peuvent provenir d'installations et de systèmes dans lesquels elles ont été utilisées avec des profils utilisateurs et dans des conditions environnementales spécifiques pendant des périodes assez longues. Les informations détaillées relatives à ces conditions d'utilisation peuvent être fragmentaires ou inconnues, ce qui complique la réutilisation des batteries.

L'Article 5 et l'Article 6 fournissent des recommandations et des exigences pour sélectionner et utiliser correctement les batteries réutilisées pour un BESS donné et prévenir ainsi les défaillances prématurées et les effets négatifs indésirables sur l'environnement.

5 Identification des préoccupations environnementales liées aux systèmes EES

5.1 Généralités

L'IEC TS 62933-4-1 fournit les recommandations sur les aspects environnementaux généraux et leurs effets dus aux systèmes EES.

Le présent document traite des aspects environnementaux et des exigences spécifiques pour l'emploi des batteries réutilisées dans le sous-système d'accumulation d'un BESS.

5.2 Guide pour traiter les préoccupations environnementales

Le Guide ISO 64 traite des préoccupations environnementales dans les normes de produit et souligne la relation entre les dispositions contenues dans les normes de produit et les aspects et impacts environnementaux du produit.

Le Guide ISO 64 recommande d'appliquer le processus de réflexion sur le cycle de vie lors de la définition des dispositions environnementales relatives à un produit pour lequel une norme est rédigée.

Le présent document fait référence aux articles suivants du Guide ISO 64:2008.

- Article 3 – Principes et approches fondamentaux.
- Article 4 – Aspects environnementaux à prendre en compte pour le traitement systématique des préoccupations environnementales dans les normes de produit.
- Article 5 – Identification des aspects environnementaux d'un produit en utilisant une approche systématique.
- Article 6 – Directive pour l'intégration des dispositions environnementales dans la norme de produit.

Les stades majeurs du processus de réflexion sur le cycle de vie auxquels il est fait référence dans le Guide ISO 64 sont les suivants:

- conception, approvisionnement et acquisition, comme la conception, l'approvisionnement en produits/composants et le lieu d'assemblage où certains systèmes EES, en fonction des techniques de stockage, peuvent être intégrés en tant que système dans une usine tandis que d'autres peuvent être intégrés en tant que système sur site;
- assemblage et installation, comme le déploiement sur site d'un système EES déjà intégré, l'intégration sur site des produits/composants, l'essai et la vérification sur site des opérations et l'essai de mise en service;
- opération et maintenance, comme la réparation sur site, le remplacement partiel d'un produit/composant;
- démontage, comme le désassemblage en produits/composants et le déplacement vers un autre emplacement, en fonction des techniques de stockage, d'un système EES déjà intégré.

La durée de vie en service d'un produit, telle qu'un ESS, commence à partir de l'essai de mise en service à la fin du "stade d'installation" et se termine lorsqu'il est retiré de l'usage prévu, lors du "stade de démontage".

Le présent document porte essentiellement sur les préoccupations environnementales liées à un BESS. Pour les émissions dans l'environnement spécifique aux batteries, voir l'Annexe A.

Le Tableau B.1 de l'Annexe B présente la relation entre les stades du cycle de vie et les paragraphes applicables du présent document.

5.3 Aspects issus de la mise en œuvre des batteries réutilisées dans un BESS

Une batterie réutilisée d'un BESS peut trouver son origine dans des éléments individuels et des modules récupérés d'un véhicule électrique (VE) démonté ou d'un BESS ou consister en des assemblages de batterie complets, avec ou sans systèmes de gestion de batterie et de contrôle de l'environnement intégrés, provenant de sources similaires.

Une des tâches essentielles lors de la planification de la réutilisation des batteries est l'évaluation que tous leurs composants satisfont aux exigences d'homogénéité en matière de conception, de fabrication, d'âge et d'historique de fonctionnement, et que leur état actuel permet leur exploitation économiquement viable, sûre et dans le respect de l'environnement dans le futur BESS.

Les stades pertinents suivants de durée de vie du produit peuvent être identifiés:

- spécification des performances exigées de la batterie dans le BESS;
- sélection et approvisionnement de la batterie réutilisée;
- vérification de l'aptitude au service de la batterie réutilisée;
- installation de la batterie réutilisée et de l'équipement auxiliaire;
- fonctionnement dans le BESS avec la batterie réutilisée;
- élimination finale et recyclage de la batterie réutilisée à la fin de sa durée de vie en service.

La réutilisation de ces batteries est souhaitable pour des raisons environnementales. Il convient néanmoins qu'elles n'induisent pas de niveaux de risques environnementaux accrus dans un BESS, tout comme il convient de mettre en œuvre des étapes adéquates pour leur sélection et leur caractérisation.

L'historique de la durée de première vie, les données d'utilisation et l'état de santé réel (SoH - *state of health*) constituent les informations cruciales nécessaires à l'atténuation des risques. Il est possible que l'accès à ces données ne soit pas assuré en raison de droits de propriété intellectuelle ou de secrets commerciaux pouvant être invoqués.

Les sources possibles de risques que peut comporter une batterie réutilisée dans un BESS sont les suivantes:

- des séparateurs endommagés ou trop anciens dans les éléments qui peuvent induire des courts-circuits internes et des emballements thermiques;
- un électrolyte décomposé et des produits de décomposition gazeux accumulés qui peuvent provoquer la libération de composés toxiques, corrosifs et inflammables;
- une dégradation de l'intégrité du conteneur des éléments, ce qui peut provoquer une remontée capillaire d'électrolyte et des chemins conducteurs vers la terre, c'est-à-dire des courts-circuits à la terre;
- les capacités déséquilibrées des éléments qui peuvent être induites par des périodes excessives de forte demande de courant dans l'application de première vie, et qui ne sont pas correctement récupérables par le BMS du BESS;
- une perte de données concernant le service de première vie et le SoH en raison d'un BMS défectueux ou manquant, ce qui empêche une évaluation correcte de la santé des batteries entrantes destinées à être réutilisées dans le BESS;
- une perte de la traçabilité du bloc de batterie jusqu'à son fabricant et de la version de conception mise en œuvre, ce qui empêche de les apparier correctement pour une utilisation dans un BESS et provoque des déséquilibres de performances;
- la détérioration précoce d'autres composants (par exemple, l'isolation, les commandes, le câblage) qui font partie de l'assemblage de la batterie réutilisée, et qui peuvent provoquer des pannes et des défaillances prématurées du système.

6 Lignes directrices environnementales d'un système EES

6.1 Aspects environnementaux résultant d'un BESS avec des batteries réutilisées

6.1.1 Généralités

Les résultats générés tout au long des évaluations des aspects environnementaux décrits ci-dessous doivent être accessibles et leur protection doit être assurée. Des réglementations locales concernant les aspects environnementaux peuvent s'appliquer.

L'attrait économique des batteries réutilisées dépend des avantages opérationnels obtenus moins le coût des autres stades du cycle de vie, par exemple, le coût de l'élimination ou du recyclage final et dans le respect de l'environnement des matériaux des batteries.

Les batteries réutilisées peuvent être fournies sous différentes formes, dispositions ou structures d'assemblage et peuvent exiger des mesures particulières en cas d'apparition d'un défaut dans la batterie.

6.1.2 Exigences au stade de conception

L'emploi de batteries réutilisées dans le BESS doit être pris en considération conformément au 4.3 du Guide IEC 109:2012, pour optimiser la conservation des ressources et de l'énergie et réduire le plus possible la pollution et les déchets.

Les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- les conditions de fonctionnement de la batterie réutilisée en matière de demande de puissance, de températures ambiantes et de renouvellements de l'énergie par durée définie doivent être spécifiées;
- un plan d'urgence pour l'élimination et le recyclage finaux des batteries réutilisées doit être établi afin de fournir des données pour la prise de décision en la matière;
- un plan d'urgence pour l'atténuation des défaillances des batteries doit être établi et mis en œuvre pour prévenir un éventuel impact environnemental négatif.

6.1.3 Exigences au stade d'approvisionnement et d'acquisition

Les exigences suivantes doivent être satisfaites et les critères d'acceptation appropriés doivent être disponibles:

- les batteries à réutiliser doivent provenir uniquement de sources qui assurent la traçabilité des informations détaillées concernant leur conception, de leurs matériaux, de leur composition, ainsi que de leurs conditions de fonctionnement antérieures, c'est-à-dire de leur première vie;
- le processus de sélection doit vérifier qu'une réutilisation de la batterie est considérée comme admissible par son fabricant, le cas échéant;
- les "données de première vie" de la batterie doivent être assemblées conformément aux recommandations des normes IEC pertinentes, le cas échéant, et l'accès et l'archivage des documents doivent être assurés pendant une durée égale à la durée de service du BESS;
- les batteries en transit entre leur application précédente et leur utilisation future dans un BESS doivent être stockées de manière appropriée;
- le stockage des batteries réutilisées ne doit pas altérer leur état par une exposition à une humidité de condensation, à des températures trop basses ou trop élevées et à des dommages mécaniques;
- tous les accessoires tels que le BMS, le câblage, les dispositifs de surveillance et les systèmes de contrôle de l'environnement associés doivent être stockés et leur protection doit être assurée de manière à ce que la liaison avec les éléments, modules et batteries concernés puisse être rétablie si cela est nécessaire;

- les éléments, modules et batteries réutilisés entrants doivent faire l'objet d'une inspection selon un protocole établi d'assurance de la qualité;
- les éléments dont l'état est inconnu ou qui présentent des signes visibles de fuite, des taches ou des déformations du boîtier ne doivent pas être considérés comme aptes à une réutilisation dans le BESS et doivent être éliminés dans le respect de l'environnement;
- en raison des incertitudes sur le niveau de performances des éléments, modules et batteries proposés pour la réutilisation, chaque unité doit être soumise à l'essai selon les normes IEC de performances et de sécurité des batteries qui assurent que les valeurs de performances sont celles nécessaires dans le BESS;
- les normes de performances et de sécurité appliquées dans le processus de sélection des éléments et des batteries réutilisés doivent être les mêmes que celles qui s'appliquent aux éléments et batteries neufs;
- les éléments, modules et batteries soumis à essai à réutiliser doivent tous porter ou être fournis avec un code d'identification unique et robuste qui permet une traçabilité complète de leur origine, des résultats des essais de qualification et de leur emplacement futur dans le BESS;
- les éléments, modules et batteries à réutiliser peuvent déjà comporter à leur arrivée des équipements de diagnostic tels que des sondes de température et de tension, des circuits d'égalisation de capacité ou de SoC et d'autres équipements analogues. Le bon fonctionnement de ces composants ainsi que leur intégration et leur compatibilité avec l'équipement BESS d'origine de fonction similaire doivent être vérifiés;
- les éléments, modules et batteries réutilisés peuvent avoir été conçus pour fonctionner avec des équipements et dans des conditions de contrôle de l'environnement spécifiques et personnalisés. Les contrôles de l'environnement programmés et les équipements auxiliaires du BESS doivent satisfaire aux exigences également spécifiées par le fabricant de ces éléments, modules et batteries réutilisés pour un nouvel environnement de fonctionnement dans un BESS.

6.1.4 Exigences au stade d'assemblage et d'installation

6.1.4.1 Généralités

La réutilisation des batteries implique leur intégration physique dans la conception d'un système BESS existant ou nouveau.

Cette activité d'assemblage exige des moyens et des conditions de transport spécialisés, un stockage local et un accès supplémentaire, par le personnel d'installation, aux caractéristiques et composants essentiels porteurs de tensions dangereuses ou qui contiennent des produits chimiques toxiques ou corrosifs.

Les risques peuvent être potentialisés par une reconfiguration et un recâblage éventuellement nécessaires des batteries réutilisées et par l'absence d'instructions d'utilisation et d'installation appropriées.

Des précautions adéquates pour éviter les aspects environnementaux sont donc nécessaires, comme cela est décrit au 6.1.4.2.

6.1.4.2 Exigences

Les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- les risques pour l'environnement, c'est-à-dire pour le personnel de manière chronique, doivent être réduits le plus possible et toutes les activités doivent être exécutées pour assurer la sécurité au cours des travaux sur des sources d'énergie sous tension et sur des produits chimiques dangereux;
- seul le personnel qualifié avec une chaîne de commandement établie et des canaux de communication ouverts à l'opérateur de l'installation BESS doit effectuer le travail;

- l'enveloppe du BESS, au sein de laquelle les travaux d'installation sont effectués, doit être exempte de tout liquide, de toute vapeur et de tout gaz toxiques et être bien ventilée pendant toute présence du personnel d'installation;
- des équipements de protection de l'environnement et des équipements de protection individuelle (EPI) adéquats doivent être mis à disposition;
- le stockage de la batterie et des composants auxiliaires, avant l'installation, doit être tel qu'aucun dommage ne se produit, notamment en raison de l'eau, de la température, du sel en suspension dans l'air, d'une intervention humaine ou autres;
- le BESS doit être maintenu hors tension et tous les composants, potentiellement porteurs de tensions dangereuses, doivent être entièrement conformes aux niveaux de protection appropriés contre l'accès aux parties dangereuses (IP conformément à l'IEC 60529) et au niveau de classe d'isolation exigé;
- pour plus de sécurité, les composants de batteries à installer doivent rester déconnectés galvaniquement de tout circuit sous tension jusqu'à l'achèvement de l'installation;
- pour plus de sécurité, tous les composants doivent être placés dans un état tel que même les sous-unités ne transportent pas de tensions dangereuses, comme cela est défini;
- avant la remise en service du BESS, une inspection approfondie de la connexion et du placement corrects des dispositifs de détection et de surveillance, ainsi que des canaux d'air de refroidissement et de ventilation, doit être effectuée en suivant la liste de contrôle suivante;
- le logiciel de contrôle du BESS doit être mis à jour et prendre en considération la présence de batteries réutilisées.

6.1.5 Exigences au stade d'exploitation

6.1.5.1 Généralités

Le début de l'exploitation d'un BESS avec des batteries réutilisées exige une attention particulière dans son exécution. Il faut éviter tout impact environnemental négatif susceptible d'annuler les avantages de l'exploitation du système avec des batteries réutilisées.

6.1.5.2 Exigences

Les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- avant le début de l'exploitation et pour réduire le plus possible les risques, l'état du BESS et de ses batteries doit être à nouveau vérifié et documenté;
- l'état de charge actuel des éléments, modules et batteries doit être vérifié afin d'éviter les conditions de sous-charge ou de surcharge et les défaillances associées;
- tous les matériels et logiciels installés, ainsi que leurs sources et spécifications, doivent être documentés;
- cette documentation doit être examinée par les parties responsables du BESS avec des batteries réutilisées et approuvée formellement;
- le document révisé d'instructions d'exploitation et de maintenance, avec une identification claire de sa version et de sa validité, doit être distribué à toutes les parties responsables et toute version divergente éventuelle doit être rappelée;
- les équipements de protection de l'environnement et les équipements de protection individuelle (EPI) présents dans le BESS doivent être mis à jour afin de refléter la présence des batteries réutilisées si cela est nécessaire;
- certains modèles d'éléments, de modules et de batteries réutilisés peuvent exiger des mesures particulières en cas d'apparition d'un défaut dans ou avec la batterie;
- des plans d'urgence pour les atténuations des défaillances, en particulier pour leur impact négatif sur l'environnement, doivent être préparés et mis en œuvre.

6.1.6 Exigences au stade de maintenance

Les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- l'intervalle d'inspection et de maintenance du BESS avec des batteries réutilisées doit être adapté pour prendre en compte le fait que ces dernières peuvent présenter un vieillissement accéléré par rapport aux batteries neuves dans la même installation;
- un document d'instructions de maintenance adapté à la présence de batteries réutilisées doit être établi portant une identification claire du type et de l'emplacement des éléments réutilisés dans le BESS;
- les équipements de protection de l'environnement et les équipements de protection individuelle (EPI) présents dans le BESS doivent être mis à jour afin de refléter la présence des batteries réutilisées si cela est nécessaire;
- les outils et équipements de maintenance et de réparation doivent prendre en considération les caractéristiques et besoins particuliers des batteries réutilisées;
- le personnel tiers, tel que celui chargé de la maintenance mécanique et électrique, de la décontamination chimique et de la lutte contre l'incendie, doit être pleinement informé de la présence de batteries réutilisées;
- celles-ci doivent en particulier être clairement marquées si elles sont physiquement situées dans le même système d'accumulation de BESS.

6.1.7 Exigences au stade de démontage

Les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- un plan de déclassement pour ces activités doit être établi dès la phase de conception du projet de BESS afin de fournir des données pour la prise de décision;
- les procédures d'élimination finale des éléments réutilisés peuvent varier au cours de la durée de vie de la batterie et la charge financière qui en résulte peut évoluer. Les procédures d'élimination finale doivent être revues de manière périodique afin de préserver leur caractère pertinent;
- si de nouvelles informations sur les risques environnementaux des produits chimiques des batteries présents deviennent disponibles, alors leur impact sur la viabilité continue de l'exploitation du BESS doit être examiné et des mesures correctives, y compris un arrêt possible de l'exploitation, doivent être prises;
- une procédure d'élimination finale doit être mise en place pour gérer et éliminer en toute sécurité les substances susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement.

6.1.8 Exigences relatives aux informations des clients

Le BESS est un système complexe qui exige une interaction robuste et stable entre les caractéristiques et les dispositifs chimiques, physiques, électriques et mécaniques.

Compte tenu de cette complexité, des informations appropriées et exhaustives des entités concernées sont essentielles.

Les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- le fonctionnement du BESS avec des batteries réutilisées doit être correctement documenté;
- cette documentation doit être transmise aux parties responsables impliquées du BESS;
- la documentation doit être mise à jour en cas de modifications de la disposition, des composants ou du mode de fonctionnement du BESS avec des batteries réutilisées.

6.2 Lignes directrices relatives aux impacts environnementaux sur le système BESS

En cours d'élaboration.

6.3 Lignes directrices relatives aux impacts environnementaux dus au système BESS

En cours d'élaboration.

Annexe A (informative)

Émissions spécifiques des batteries dans l'environnement

L'environnement est défini comme le milieu dans lequel un organisme ou un équipement fonctionne, incluant l'air, l'eau, le sol, les ressources naturelles, la flore, la faune, les êtres humains et leurs interrelations.

L'installation de batteries neuves ou réutilisées dans un BESS entraîne la présence de composés chimiques spécifiques et de leurs produits de décomposition ou de transformation qui seraient libérés dans l'environnement et potentiellement associés à des effets nocifs pour celui-ci.

Les batteries utilisées comme systèmes d'accumulation d'énergie dans un BESS présentent généralement une construction scellée avec ou sans soupapes de surpression.

Les batteries à électrolyte aqueux de type plomb-acide (Pb/PbO₂) ou nickel-cadmium (NiCd) libèrent de l'hydrogène par l'intermédiaire de ces soupapes pendant leur charge.

Les exceptions sont les éléments et les batteries de type nickel-hydrure métallique (NiMH), dans lesquels l'hydrogène est capturé efficacement dans l'alliage d'absorption d'hydrogène.

L'hydrogène libéré doit être éliminé de l'environnement à proximité de la batterie par ventilation de manière à ce que sa concentration locale ne dépasse pas sa limite explosive inférieure de 4 % en volume dans l'air.

Les exigences en matière de ventilation sont spécifiées dans les normes IEC pertinentes, comme l'IEC 62485-2.

Il convient de ventiler les batteries à électrolyte aqueux comme des batteries en charge dans des conditions de surcharge.

Les batteries d'accumulateurs à circulation d'électrolyte produisent également de l'hydrogène qui s'accumule dans la chambre haute des réservoirs de stockage de l'électrolyte, depuis laquelle il est libéré par des soupapes unidirectionnelles refermables. Les exigences de ventilation pour les batteries d'accumulateurs à circulation d'électrolyte sont spécifiques à la chimie et à la conception et sont fournies par leurs fabricants.

Les batteries d'accumulateurs à circulation d'électrolyte exigent également des volumes de captage d'électrolyte adéquats pour empêcher la contamination du sol et de l'eau en cas de rupture de la pile d'éléments d'écoulement, des réservoirs de stockage de l'électrolyte et de la tuyauterie.

Les batteries à électrolyte organique, comme les batteries lithium-ion, libèrent, en cas de dysfonctionnement, des vapeurs et des gaz de composés organiques. Ces composés ont des niveaux de toxicité et d'inflammabilité variables et sont libérés dans l'environnement par des soupapes ou des disques de rupture.

Les batteries haute température de type sodium-soufre (NaS) ou sodium-chlorure de nickel (NaNiCl) ont des masses actives avec des composés fondus de sodium, soufre et chlorure de nickel à des températures supérieures à 250 °C qui peuvent s'échapper en cas de rupture des conteneurs métalliques des éléments. Les batteries qui fonctionnent à une température élevée (> 250 °C) avec des sels fondus comme masses actives et un électrolyte solide n'émettent pas de gaz.

Les batteries vieilles à électrolyte organique présentent une tendance accrue à la ventilation en raison de l'accumulation de sous-produits de décomposition de l'électrolyte et de la dérive des valeurs de contrôle du SoC.

En raison des effets combinés de la toxicité et de l'inflammabilité, le niveau de ces composés doit être correctement surveillé et leur contenu dans l'air doit être géré par une ventilation d'urgence.

Il est essentiel de disposer de moyens de lutte contre l'incendie et d'équipements de protection individuelle adéquats lorsqu'un ESS à batteries est utilisé.

Il est recommandé que toutes les installations de BESS comportent des captages adéquats pour l'eau d'extinction d'incendie et des moniteurs pour les gaz libérés.

La chaleur est libérée par les éléments en fonction de l'intensité du courant, de la polarisation instantanée desdits éléments et de la résistance ohmique interne. Cette valeur peut être affectée par la présence d'éléments réutilisés dans lesquels une résistance interne et des niveaux de tension détériorés augmentent la production de chaleur.

Il est recommandé que toutes ces installations de BESS soient équipées de barrières hydrauliques et de captages d'eau d'extinction d'incendie adéquats.

Annexe B (informative)

Référence à l'IEC TS 62933-4-1

Le Tableau B.1 est une adaptation du Tableau 1 de l'IEC TS 62933-4-1.

Il présente les articles/paragraphes de l'IEC 62933-4-4 qui décrivent les stades du cycle de vie d'un BESS, ainsi que les aspects environnementaux associés.

Les articles/paragraphes qui décrivent les aspects environnementaux aux différents stades du cycle de vie sont identifiés par les champs gris.

Tableau B.1 – Affichage des articles/paragraphes relatifs aux aspects environnementaux par rapport aux stades pertinents du cycle de vie

Catégorie de préoccupations du Guide ISO 64	Stade du cycle de vie					
	Conception	Approvisionnement et acquisition	Assemblage et installation	Opération et maintenance	Démontage	Transport
Intrants						
Matériaux	6.1.2	6.1.3				
Eau						
Énergie						
Sols						
Extrants						
Émissions dans l'air			6.1.4	6.1.5	6.1.7	
Rejets dans l'eau						
Rejets dans le sol						
Déchets						
Bruit, vibration, rayonnement, chaleur						
Autres aspects pertinents						
Risque pour l'environnement dus à des accidents ou à une utilisation imprévue						
Informations des clients	6.1.8					

Bibliographie

IEC 60050-151:2001, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

IEC 60050-482:2004, *Vocabulaire Électrotechnique International (IEV) – Partie 482: Piles et accumulateurs électriques*

IEC 62485-2, *Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries – Partie 2: Batteries stationnaires*

IEC 63330¹, *Exigences pour la réutilisation des batteries d'accumulateurs*

IEC 63338², *General guidance for reuse of secondary cells and batteries* (disponible en anglais seulement)

Guide ISO 64, *Guide pour traiter les questions environnementales dans les normes de produit*

ISO 9000:2015, *Systèmes de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*

ISO 14040:2006, *Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre*

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication : IEC FDIS 63330:2023

² En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication : IEC CDV 63338:2023.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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