IEC 62282-8-201

Edition 2.0 2024-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Fuel cell technologies – Part 8-201: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of power-to-power systems

Technologies des piles à combustible – Partie 8-201: Systèmes de stockage de l'énergie à partir de modules de piles à combustible réversibles – Procédures d'essai pour la performance des systèmes de conversion électrochimiques électriques à électriques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 27.070

ISBN 978-2-8322-8973-0

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 9
3 Terms, definitions and symbols 10
3.1 Terms and definitions 10
3.2 Symbols 15
4 Measurement instruments and measurement methods 15
4.1 General 15
4.2 Instrument uncertainty 16
4.3 Measurement plan 16
4.4 Environmental conditions 17
4.5 Maximum permissible variation in test operating conditions 18
5 System parameters 18
5.1 General 18
5.2 Electric energy storage capacity 19
5.3 Rated electric power input 19
5.4 Rated net electric power output 19
5.5 Roundtrip electrical efficiency 19
5.6 System response (step response time and ramp rate) 20
5.6.1 Step response time 20
5.6.2 Ramp rate 21
5.7 Minimum switchover time 22
5.8 Stand-by state loss rate 22
5.9 Heat input 22
5.10 Hydrogen input and output rate 22
5.11 Recovered heat output 22
5.12 Acoustic noise level 22
5.13 Total harmonic distortion 23
5.14 Discharge water quality 23
6 Test methods and procedures 23
6.1 General 23
6.2 Electric energy storage capacity test 23
6.3 Rated electric power input test 24
6.4 Rated net electric power output test 25
6.5 Roundtrip electrical efficiency test 26
6.5.1 General 26
6.5.2 Test procedure 26
6.5.3 Calculation of the roundtrip electrical efficiency 27
6.6 Other system performance tests 28
6.6.1 System response test, step response time and ramp rate 28
6.6.2 Minimum switchover time test 29
6.6.3 Stand-by state loss rate test 30
6.6.4 Heat input test 30
6.6.5 Recovered heat output test 31
6.6.6 Hydrogen input and output rate test 31

6.6.7 Acoustic noise level test 31
6.6.8 Total harmonic distortion test 31
6.6.9 Discharge water quality test 31
6.7 Component performance test 32
6.7.1 Electrolyser performance test 32
6.7.2 Hydrogen storage performance test 32
6.7.3 Fuel cell performance test 33
6.7.4 Water management system performance test 33
6.7.5 Battery performance test 34
6.7.6 Oxygen storage performance test 34
7 Test reports 34
7.1 General 34
7.2 Report items 34
7.3 Tested system data description 35
7.4 Test condition description 35
7.5 Test data description 35
7.6 Uncertainty evaluation 35
Bibliography 36

Figure 1 – System configuration of electric energy storage system using hydrogen – Type with electrolyser and fuel cell 8
Figure 2 – System configuration of electric energy storage system using hydrogen – Type with reversible cell 9
Figure 3 – Typical sequence of phases during the system operation 17
Figure 4 – Step response time and ramp rate of EES system 21
Figure 5 – Step response test 29
Figure 6 – Minimum switchover time test 29

Table 1 – Symbols 15
Table 2 – Required steps before executing the measurement 17
Table 3 – Example of document format of roundtrip electrical efficiency 27
Table 4 – Additional parameters measured on the electrolyser or the reversible cell module in electrolysis mode 32
Table 5 – Additional parameters measured on the hydrogen storage component 33
Table 6 – Additional parameters measured on the fuel cell or the reversible cell module in fuel cell mode 33

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 8-201: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of power-to-power systems

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 62282-8-201 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2020. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) consideration of systems connected to hydrogen supply infrastructure (hydrogen grids, vessels, caverns or pipelines);
b) hydrogen input and output rate is added in the system parameters (5.10);
c) electric energy storage capacity test is revised (6.2);

d) roundtrip electrical efficiency test is revised (6.5);

e) hydrogen input and output rate test is added (6.6.6).

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

Draft	Report on voting
105/1034/FDIS	105/1050/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 62282 series, published under the general title *Fuel cell technologies*, 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.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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.

INTRODUCTION

This part of IEC 62282 specifies performance evaluation methods for electric energy storage systems using hydrogen that employ electrochemical reactions both for water and steam electrolysis and electric power generation.

NOTE Heat generation can be a secondary purpose.

This document is intended for power-to-power systems which typically employ a set of electrolyser and fuel cell, or a reversible cell for devices of electric charge and discharge.

A typical target application of the electric energy storage systems using hydrogen is in the class of energy intensive electric energy storage. The systems are recognized as critically useful for the relatively long-term power storage operation, such as efficient storage and supply of the renewable power derived electric energy and grid stabilization.

The IEC 62282-8 series aims to develop performance test methods for power storage and buffering systems based on electrochemical modules (combining electrolysis and fuel cells, in particular reversible cells), taking into consideration both options of re-electrification and substance (and heat) production for sustainable integration of renewable energy sources.

Under the general title Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode, the IEC 62282-8 series consists of the following parts:

- IEC 62282-8-101: Test procedures for the performance of solid oxide single cells and stacks, including reversible operation
- IEC 62282-8-102: Test procedures for the performance of single cells and stacks with proton exchange membrane, including reversible operation
- IEC 62282-8-103[1]: Alkaline single cell and stack performance including reversible operation
- IEC 62282-8-201: Test procedures for the performance of power-to-power systems
- IEC 62282-8-202[2]: Power-to-power systems – Safety
- IEC 62282-8-301: Power to methane energy systems based on solid oxide cells including reversible operation – Performance test methods

As a priority dictated by the emerging needs for industry and opportunities for technological development, IEC 62282-8-101, IEC 62282-8-102 and IEC 62282-8-201 were initiated jointly and firstly. These parts are presented as a package to highlight the need for an integrated approach as regards the system's application (i.e. a solution for energy storage) and its fundamental constituent components (i.e. fuel cells operated in reverse or reversing mode).

---

1 Future project.

2 Future project.

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 8-201: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of power-to-power systems

1 Scope

This part of IEC 62282 defines the evaluation methods of typical performances for electric energy storage systems using hydrogen. It is applicable to the systems that use electrochemical reaction devices for both power charge and discharge. This document applies to systems that are designed and used for service and operation in stationary locations (indoor and outdoor).

The conceptual configurations of the electric energy storage systems using hydrogen are shown in Figure 1 and Figure 2.

Figure 1 shows the system independently equipped with an electrolyser module and a fuel cell module. Figure 2 shows the system equipped with a reversible cell module.

Indispensable components are an electrolyser module and a fuel cell module, or a reversible cell module, an overall management system (which includes a data interface and can include a pressure management), a thermal management system (which can include a thermal storage), a water management system (which can include a water storage) and a purge gas supply (inert gas, practically neither oxidizing nor reducing).

NOTE 1 Indispensable components are indicated by bold lines in Figure 1 and Figure 2.

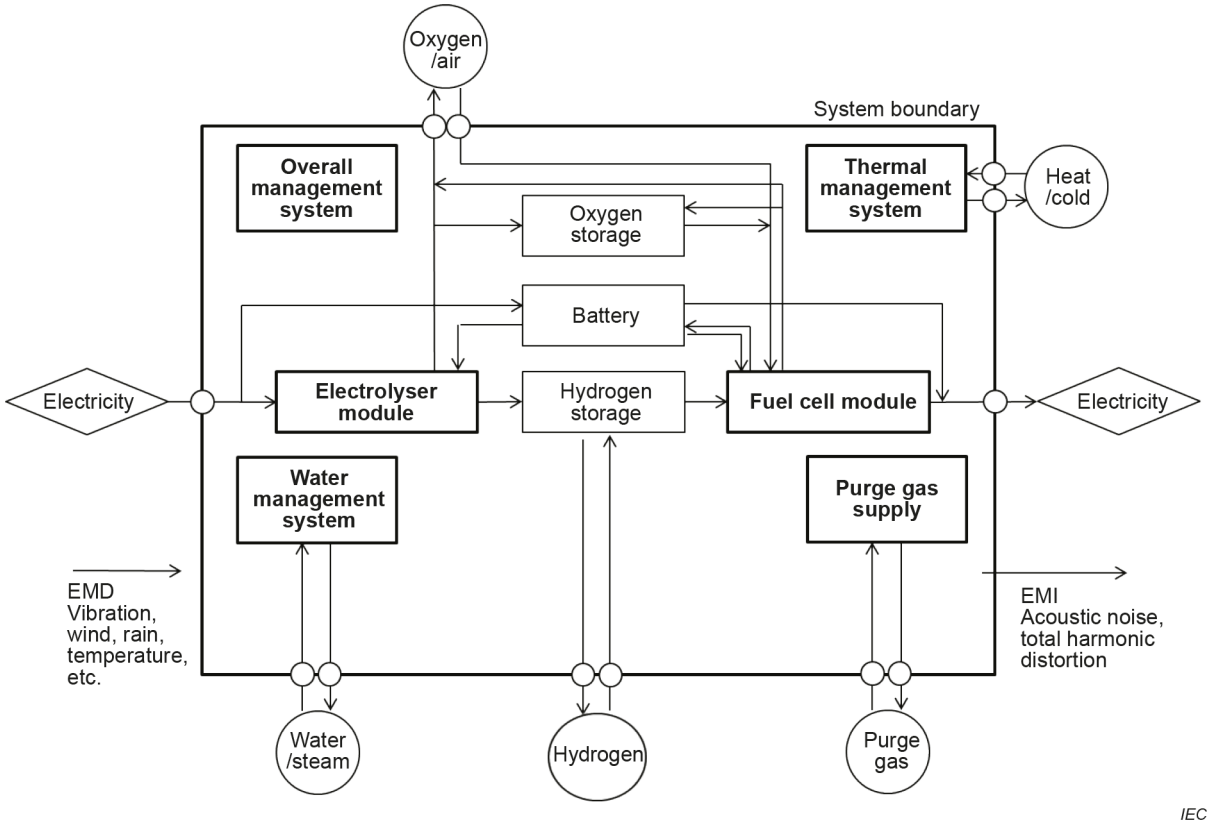
The system can be equipped with either a hydrogen storage or a connection to an external hydrogen supply infrastructure or a combination of both. There can be a battery and an oxygen storage, as optional components.

The electrolyser module can comprise one or more electrolysers whether or not of the same type. Depending on the operating conditions and considering the operation history, the overall management system can command the concurrent operation of the electrolysers. The fuel cell module can comprise one or more fuel cells whether or not of the same type. Depending on the operating conditions and considering the operation history, the overall management system can command concurrent operation of the fuel cells. The reversible cell module can comprise one or more reversible cells whether or not of the same type. The fuel cell module can comprise one or more fuel cells whether or not of the same type. Depending on the operating conditions and considering the operation history, the overall management system can command concurrent operation of the reversible cells.

The performance measurement is executed in the defined area surrounded by the bold outside solid line (system boundary).

NOTE 2 In the context of this document, the term "reversible" does not refer to the thermodynamic meaning of an ideal process. It is common practice in the fuel cell community to call the operation mode of a cell that alternates between fuel cell mode and electrolysis mode "reversible".

This document is intended to be used for data exchanges in commercial transactions between the system manufacturer and customer. Users of this document can selectively execute test items suitable for their purposes from those specified in this document.



Key

EMD electromagnetic disturbance

EMI electromagnetic interference

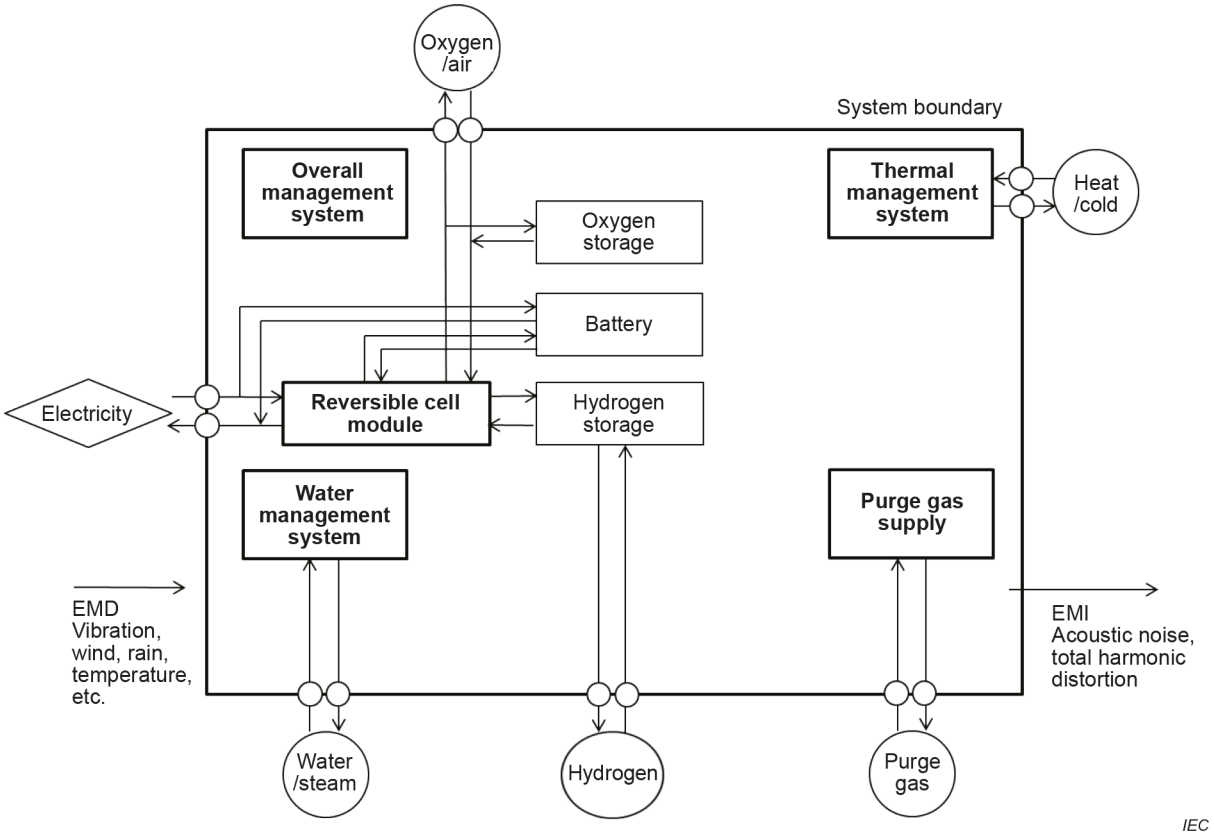
NOTE 1 Overall management system, thermal management system, water management system and purge gas supply can have the relation with electrolyser, fuel cell, battery, hydrogen storage and oxygen storage, and also can have the relation with one another.

NOTE 2 Other fluid or energy in- or outputs, depending on the used electrolyser and fuel cell types, can be considered.

NOTE 3 The electricity input and output can be DC or AC or both. Power conditioning sub-systems are usually used.

NOTE 4 There can be more than one electricity point of connection for input or output or both.

Figure 1 – System configuration of electric energy storage system using hydrogen – Type with electrolyser and fuel cell



Key

EMD electromagnetic disturbance

EMI electromagnetic interference

NOTE 1 Overall management system, thermal management system, water management system and purge gas supply can have the relation with reversible cell, battery, hydrogen storage and oxygen storage, and also can have the relation with one another.

NOTE 2 Other fluid or energy in- or outputs, depending on the used electrolyser and fuel cell types, can be considered.

NOTE 3 The electricity input and output can be DC or AC or both. Power conditioning sub-systems are usually used.

NOTE 4 There can be more than one electricity point of connection for input or output or both.

Figure 2 – System configuration of electric energy storage system using hydrogen – Type with reversible cell

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 61427-1, *Secondary cells and batteries for renewable energy storage – General requirements and methods of test – Part 1: Photovoltaic off-grid application*

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

IEC 62282-3-200, *Fuel cell technologies – Part 3-200: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods*

IEC 62282-3-201, *Fuel cell technologies – Part 3-201: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods for small fuel cell power systems*

IEC 62282-8-101, *Fuel cell technologies – Part 8-101: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of solid oxide single cells and stacks, including reversible operation*

IEC 62282-8-102, *Fuel cell technologies – Part 8-102: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Test procedures for the performance of single cells and stacks with proton exchange membrane, including reversible operation*

IEC 62933-2-1:2017, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 2-1: Unit parameters and testing methods – General specification*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

ISO 9614-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

ISO 11204, *Acoustics – Noise emitted by machinery and equipment – Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying accurate environmental corrections*

ISO 16111, *Transportable gas storage devices – Hydrogen absorbed in reversible metal hydride*

ISO 19880-1, *Gaseous hydrogen – Fuelling stations – Part 1: General requirements*

ISO 19881, *Gaseous hydrogen – Land vehicle fuel containers*

ISO 19882, *Gaseous hydrogen – Thermally activated pressure relief devices for compressed hydrogen vehicle fuel containers*

ISO 22734:2019, *Hydrogen generators using water electrolysis – Industrial, commercial, and residential applications*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 40
INTRODUCTION 42
1 Domaine d'application 43
2 Références normatives 45
3 Termes, définitions et symboles 46
3.1 Termes et définitions 46
3.2 Symboles 51
4 Instruments et méthodes de mesure 52
4.1 Généralités 52
4.2 Incertitude des instruments 52
4.3 Plan de mesure 53
4.4 Conditions d'environnement 54
4.5 Variation maximale admissible des conditions de fonctionnement d'essai 54
5 Paramètres du système 55
5.1 Généralités 55
5.2 Capacité de stockage de l'énergie électrique 55
5.3 Puissance électrique d'entrée assignée 55
5.4 Puissance électrique nette de sortie assignée 56
5.5 Rendement électrique aller-retour 56
5.6 Réponse du système (temps de réponse à un échelon et taux de rampe) 57
5.6.1 Temps de réponse à un échelon 57
5.6.2 Taux de rampe 58
5.7 Temps de commutation minimal 59
5.8 Taux de perte à l'état de veille 59
5.9 Chaleur fournie 59
5.10 Débits d'hydrogène d'entrée et de sortie 59
5.11 Chaleur produite récupérée 59
5.12 Niveau de bruit acoustique 60
5.13 Distorsion harmonique totale 60
5.14 Qualité de l'eau d'écoulement 60
6 Méthodes et procédures d'essai 60
6.1 Généralités 60
6.2 Essai de capacité de stockage de l'énergie électrique 60
6.3 Essai de puissance électrique d'entrée assignée 62
6.4 Essai de puissance électrique nette de sortie assignée 62
6.5 Essai de rendement électrique aller-retour 63
6.5.1 Généralités 63
6.5.2 Procédure d'essai 63
6.5.3 Calcul du rendement électrique aller-retour 64
6.6 Autres essais de performances du système 65
6.6.1 Essai de la réponse du système, du temps de réponse à un échelon et du taux de rampe 65
6.6.2 Essai du temps de commutation minimal 66
6.6.3 Essai du taux de perte à l'état de veille 67
6.6.4 Essai de la chaleur fournie 68
6.6.5 Essai de la chaleur produite récupérée 68

6.6.6 Essai des débits d'hydrogène d'entrée et de sortie 68
6.6.7 Essai du niveau de bruit acoustique 69
6.6.8 Essai de la distorsion harmonique totale 69
6.6.9 Essai de la qualité de l'eau d'écoulement 69
6.7 Essai de performance des composants 69
6.7.1 Essai de performance de l'électrolyseur 69
6.7.2 Essai de performance du stockage de l'hydrogène 70
6.7.3 Essai de performance des piles à combustible 70
6.7.4 Essai de performance du système de gestion de l'eau 71
6.7.5 Essai de performance de la batterie 71
6.7.6 Essai de performance du stockage de l'oxygène 72
7 Rapports d'essai 72
7.1 Généralités 72
7.2 Éléments à faire figurer dans un rapport 72
7.3 Description des données relatives au système soumis à l'essai 72
7.4 Description des conditions d'essai 72
7.5 Description des données d'essai 73
7.6 Évaluation de l'incertitude 73
Bibliographie 74

Figure 1 – Configuration d'un système de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène – Type de système avec électrolyseur et pile à combustible 44
Figure 2 – Configuration d'un système de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène – Type de système avec cellule réversible 45
Figure 3 – Séquence type de phases pendant le fonctionnement du système 53
Figure 4 – Temps de réponse à un échelon et taux de rampe d'un système EES 58
Figure 5 – Essai de réponse à un échelon 66
Figure 6 – Essai du temps de commutation minimal 67

Tableau 1 – Symboles 51
Tableau 2 – Étapes exigées avant la mesure 54
Tableau 3 – Exemple de format de document relatif au rendement électrique aller-retour 65
Tableau 4 – Paramètres supplémentaires mesurés sur l'électrolyseur ou le module à cellule réversible en mode électrolyse 70
Tableau 5 – Paramètres supplémentaires mesurés sur le composant de stockage de l'hydrogène 70
Tableau 6 – Paramètres supplémentaires mesurés sur la pile à combustible ou le module à cellule réversible en mode pile à combustible 71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 8-201: Systèmes de stockage de l'énergie à partir de modules de piles à combustible réversibles – Procédures d'essai pour la performance des systèmes de conversion électrochimiques électriques à électriques

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 propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC [avait/n'avait 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 de tels droits de brevet.

L'IEC 62282-8-201 a été établie par le comité d'études 105 de l'IEC: Technologies des piles à combustible. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2020. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) prise en compte des systèmes raccordés à une infrastructure d'alimentation en hydrogène (réseaux d'hydrogène, cuves, cavernes ou canalisations);
b) ajout des débits d'hydrogène d'entrée et de sortie dans les paramètres du système (5.10);
c) révision de l'essai de capacité de stockage de l'énergie électrique (6.2);
d) révision de l'essai de rendement électrique aller-retour (6.5);
e) ajout de l'essai des débits d'hydrogène d'entrée et de sortie (6.6.6).

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

Projet	Rapport de vote
105/1034/FDIS	105/1050/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.

Ce 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 62282, publiée sous le titre général *Technologies des piles à combustible*, 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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document 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.

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62282 spécifie les méthodes d'évaluation des performances des systèmes de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène et recourant à des réactions électrochimiques tant pour l'électrolyse de l'eau et de la vapeur que pour la production d'électricité.

NOTE La production de chaleur peut être un objectif secondaire.

Le présent document est destiné aux systèmes de conversion électrochimiques électriques à électriques, qui emploient généralement un ensemble électrolyseur-pile à combustible ou une cellule réversible pour les dispositifs de charge et de décharge électrique.

La classe de stockage de l'énergie électrique à haute intensité énergétique constitue une application cible type des systèmes de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène. Ces systèmes sont reconnus comme étant extrêmement utiles pour le stockage de l'énergie électrique sur une durée relativement longue, tel que le stockage efficace et la fourniture d'énergie électrique issue des énergies renouvelables et la stabilisation du réseau.

La série IEC 62282-8 vise à développer des méthodes d'essai des performances pour les systèmes de stockage de l'énergie et les systèmes tampons reposant sur des modules électrochimiques (qui combinent des piles à combustible et des cellules d'électrolyse, en particulier des cellules réversibles), en tenant compte des options de ré-électrification et de production de substance (et de chaleur) pour l'intégration durable des sources d'énergies renouvelables.

L'IEC 62282-8 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général Systèmes de stockage de l'énergie à partir de modules de piles à combustible réversibles:

- IEC 62282-8-101: Procédures d'essai pour la performance des cellules élémentaires et des piles à oxyde solide, comprenant le fonctionnement réversible
- IEC 62282-8-102: Procédures d'essai pour la performance des cellules élémentaires et des piles à membrane échangeuse de protons, comprenant le fonctionnement réversible
- IEC 62282-8-103[1]: Alkaline single cell and stack performance including reversible operation (disponible en anglais seulement)
- IEC 62282-8-201: Procédures d'essai pour la performance des systèmes électriques à électriques
- IEC 62282-8-202[2]: Power-to-power systems – Safety (disponible en anglais seulement)
- IEC 62282-8-301: Systèmes de conversion de l'énergie en méthane à base de piles à oxyde solide, comprenant le fonctionnement réversible – Méthodes d'essai des performances

L'IEC 62282-8-101, l'IEC 62282-8-102 et l'IEC 62282-8-201 ont été initiées conjointement et en premier lieu car elles constituent une priorité dictée par les besoins émergents des industries et les possibilités de développement technique. Ces parties sont présentées collectivement afin de souligner la nécessité d'une approche intégrée concernant l'application du système (c'est-à-dire une solution pour le stockage de l'énergie) et ses composants fondamentaux (c'est-à-dire les piles à combustible réversibles ou fonctionnant par inversion).

---

1 Futur projet.

2 Futur projet.

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 8-201: Systèmes de stockage de l'énergie à partir de modules de piles à combustible réversibles – Procédures d'essai pour la performance des systèmes de conversion électrochimiques électriques à électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62282 définit les méthodes d'évaluation des performances types des systèmes de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène. Elle s'applique aux systèmes qui emploient des dispositifs à réaction électrochimique à la fois pour la charge électrique et la décharge électrique. Le présent document s'applique aux systèmes conçus et utilisés pour l'entretien et le fonctionnement à des endroits fixes (en intérieur et à l'extérieur).

Les configurations conceptuelles des systèmes de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène sont représentées à la Figure 1 et la Figure 2.

La Figure 1 représente le système indépendamment équipé d'un module à électrolyseur et d'un module de pile à combustible. La Figure 2 représente le système équipé d'un module à cellule réversible.

Les composants indispensables sont un module à électrolyseur et un module de pile à combustible, ou un module à cellule réversible, un système de gestion global (comprenant une interface de données et pouvant inclure une gestion de la pression), un système de gestion thermique (pouvant inclure un stockage thermique), un système de gestion de l'eau (pouvant inclure un stockage de l'eau) et une alimentation en gaz de purge (gaz inerte, dans la pratique ni oxydant ni réducteur).

NOTE 1 Les composants indispensables sont indiqués en traits gras sur la Figure 1 et la Figure 2.

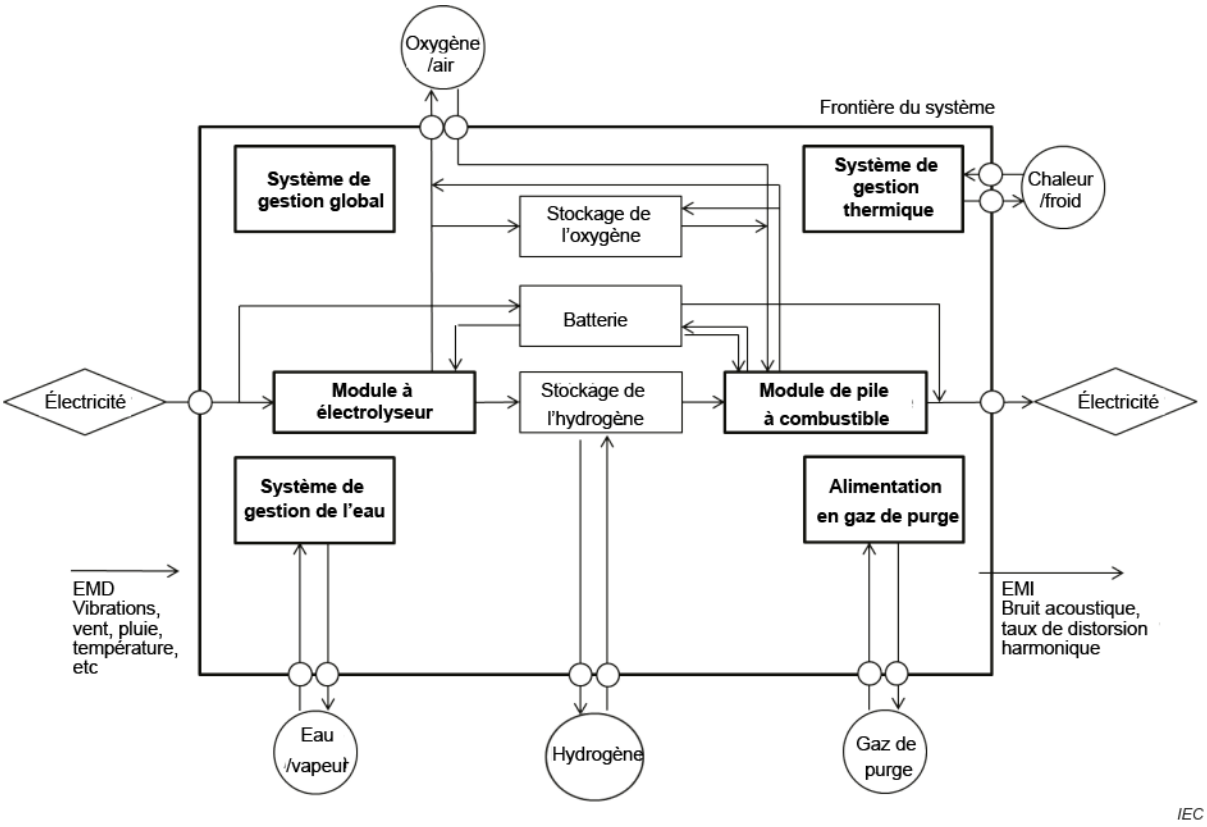
Le système peut être équipé soit d'un stockage de l'hydrogène, soit d'un raccordement à une infrastructure externe d'alimentation en hydrogène, soit d'une combinaison des deux. Les composants facultatifs peuvent être une batterie et un stockage de l'oxygène.

Le module à électrolyseur peut comprendre un ou plusieurs électrolyseurs du même type ou de type différent. Selon les conditions de fonctionnement et compte tenu de l'historique de fonctionnement, le système de gestion global peut commander le fonctionnement simultané des électrolyseurs. Le module de pile à combustible peut comprendre une ou plusieurs piles à combustible du même type ou de type différent. Selon les conditions de fonctionnement et compte tenu de l'historique de fonctionnement, le système de gestion global peut commander le fonctionnement simultané des piles à combustible. Le module à cellule réversible peut comprendre une ou plusieurs cellules réversibles de même type ou de type différent. Le module de pile à combustible peut comprendre une ou plusieurs piles à combustible du même type ou de type différent. Selon les conditions de fonctionnement et compte tenu de l'historique de fonctionnement, le système de gestion global peut commander le fonctionnement simultané des cellules réversibles.

La mesure des performances s'effectue dans la zone définie par le trait plein épais extérieur (frontière du système).

NOTE 2 Dans le contexte du présent document, le terme "réversible" n'a pas la signification thermodynamique d'un processus idéal. Le terme "réversible" est couramment employé dans le secteur des piles à combustible pour désigner le fonctionnement d'une cellule qui alterne entre le mode pile à combustible et le mode électrolyse.

Le présent document est destiné à être utilisé pour les échanges de données dans le cadre des transactions commerciales entre le fabricant du système et le client. Les utilisateurs du présent document peuvent choisir d'exécuter les éléments d'essai répondant à leurs besoins parmi ceux spécifiés dans le présent document.



Légende

EMD perturbation électromagnétique

EMI brouillage électromagnétique

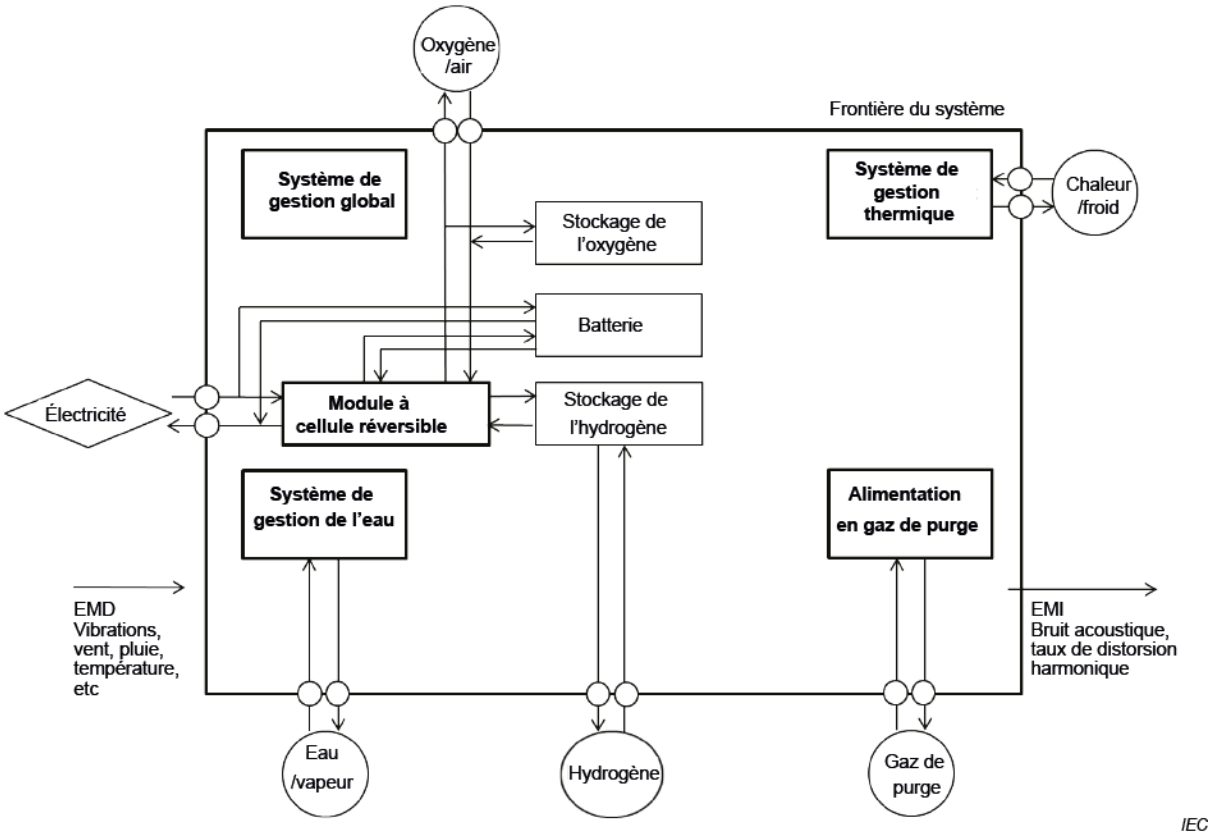
NOTE 1 Le système de gestion global, le système de gestion thermique, le système de gestion de l'eau et l'alimentation en gaz de purge peuvent avoir une relation avec l'électrolyseur, la pile à combustible, la batterie, le stockage de l'hydrogène et le stockage de l'oxygène, et peuvent également avoir des relations mutuelles.

NOTE 2 D'autres entrées ou sorties de fluide ou d'énergie, selon les types d'électrolyseur et de pile à combustible utilisés, peuvent être envisagées.

NOTE 3 L'entrée ou la sortie d'électricité peut être du courant continu et/ou du courant alternatif. Des sous-systèmes de conditionnement de l'énergie sont généralement utilisés.

NOTE 4 Il peut y avoir plusieurs points de connexion d'électricité pour l'entrée et/ou la sortie.

Figure 1 – Configuration d'un système de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène – Type de système avec électrolyseur et pile à combustible



Légende

EMD perturbation électromagnétique

EMI brouillage électromagnétique

NOTE 1 Le système de gestion global, le système de gestion thermique, le système de gestion de l'eau et l'alimentation en gaz de purge peuvent avoir une relation avec la cellule réversible, la batterie, le stockage de l'hydrogène et le stockage de l'oxygène, et peuvent également avoir des relations mutuelles.

NOTE 2 D'autres entrées ou sorties de fluide ou d'énergie, selon les types d'électrolyseur et de pile à combustible utilisés, peuvent être envisagées.

NOTE 3 L'entrée ou la sortie d'électricité peut être du courant continu et/ou du courant alternatif. Des sous-systèmes de conditionnement de l'énergie sont généralement utilisés.

NOTE 4 Il peut y avoir plusieurs points de connexion d'électricité pour l'entrée et/ou la sortie.

Figure 2 – Configuration d'un système de stockage de l'énergie électrique utilisant de l'hydrogène – Type de système avec cellule réversible

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 61427-1, *Accumulateurs pour le stockage de l'énergie renouvelable – Exigences générales et méthodes d'essais – Partie 1: Applications photovoltaïques hors réseaux*

IEC 61427-2, *Accumulateurs pour le stockage de l'énergie renouvelable – Exigences générales et méthodes d'essais – Partie 2: Applications en réseau*

IEC 62282-3-200, *Technologies des piles à combustible – Partie 3-200: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Méthodes d'essai des performances*

IEC 62282-3-201, *Technologies des piles à combustible – Partie 3-201: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Méthodes d'essai des performances pour petits systèmes à piles à combustible*

IEC 62282-8-101, *Technologies des piles à combustible – Partie 8-101: Système de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Procédures d'essai pour la performance des cellules élémentaires et des piles à oxyde solide, comprenant le fonctionnement réversible*

IEC 62282-8-102, *Technologies des piles à combustible – Partie 8-102: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Procédures d'essai pour la performance des cellules élémentaires et des piles à membrane échangeuse de protons, comprenant le fonctionnement réversible*

IEC 62933-2-1:2017, *Systèmes de stockage de l'énergie électrique (EES) – Partie 2-1: Paramètres unitaires et méthodes d'essai – Spécifications générales*

ISO/IEC Guide 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

ISO 3746, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*

ISO 9614-1, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1: Mesurages par points*

ISO 11204, *Acoustique – Bruit émis par les machines et équipements – Détermination des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées en appliquant des corrections d'environnement exactes*

ISO 16111, *Appareils de stockage de gaz transportables – Hydrogène absorbé dans un hydrure métallique réversible*

ISO 19880-1, *Carburant d'hydrogène gazeux – Stations-service – Partie 1: Exigences générales*

ISO 19881, *Hydrogène gazeux – Réservoirs de carburant pour véhicules terrestres*

ISO 19882, *Hydrogène gazeux – Dispositifs limiteurs de pression thermiquement activés pour les conteneurs de carburant de véhicules à hydrogène comprimé*

ISO 22734:2019, *Générateurs d'hydrogène utilisant le procédé de l'électrolyse de l'eau – Applications industrielles, commerciales et résidentielles*