IEC 62282-8-301

Edition 1.0 2023-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fuel cell technologies – Part 8-301: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Power-to-methane energy systems based on solid oxide cells including reversible operation – Performance test methods

Technologies des piles à combustible – Partie 8-301: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Systèmes de conversion de l'énergie en méthane à base de piles à oxyde solide, comprenant le fonctionnement réversible – Méthodes d'essai des performances

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 27.070

ISBN 978-2-8322-6860-5

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 3
INTRODUCTION 5
1 Scope 6
2 Normative references 7
3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols 8
3.1 Terms and definitions 8
3.2 Abbreviated terms and symbols 13
3.2.1 Abbreviated terms 13
3.2.2 Symbols 13
4 Power-to-methane system based on SOC 18
5 Reference conditions 19
5.1 Temperature and pressure 19
5.2 Heating value base 19
6 Instrumentation and measurement methods 19
6.1 General 19
6.2 Instrument uncertainty 20
6.3 Measurement methods 21
6.3.1 Measurement methods for testing the power-to-methane energy system 21
6.3.2 Measurement methods for testing components 24
7 Test methods and procedures 27
7.1 General 27
7.2 System performance tests 27
7.2.1 Start-up test 27
7.2.2 Performance tests at rated operation 28
7.2.3 Performance test at power input variation 32
7.2.4 Shutdown test 33
7.3 Performance test for components 33
7.3.1 SOC cell/stack assembly unit 33
7.3.2 Methanation reactor 42
8 Test report 45
8.1 General 45
8.2 Title page 45
8.3 Table of contents 45
8.4 Summary report 46
Annex A (informative) Guidelines for the contents of detailed and full reports 47
A.1 General 47
A.2 Detailed report 47
A.3 Full report 47
Bibliography 48

Figure 1 – Process schematic of the scope of IEC 62282-8-301 7
Figure 2 – Schematic of the physical interfaces of the system 20
Figure 3 – Testing system 34
Figure 4 – Test environment and interfaces between SOC cell/stack, methanation reactor and experimental set-up 36

Table 1 – Symbols 13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 8-301: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Power-to-methane energy systems based on solid oxide cells including reversible operation – Performance test methods

FOREWORD

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

IEC 62282-8-301 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
105/968/FDIS	105/983/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,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

This part of IEC 62282 describes performance evaluation methods for electric energy conversion systems based on power-to-methane systems using solid oxide cells (SOCs) and methanation reactors.

A typical application of the power-to-methane systems is an electrolytic production of methane as the energy carrier suitable for a large-scale, long-term storage and transportation.

The combustion heat of methane per mol is about three times larger than that of hydrogen. Methane is easily liquefied, which makes it suitable for storage and transportation via existing infrastructures for natural gas (tanks, pipelines, tankers, or trucks) as well as for being easily utilized by conventional equipment. Also, the use of "green methane" (produced by renewable electricity) or "carbon neutral methane" in place of "fossil methane" is a promising option in the near future.

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 the 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[2]: Test procedures for the performance of power-to-power systems
- IEC 62282-8-202[3]: Power-to-power systems – Safety
- IEC 62282-8-3xy (all parts): Power-to-substance systems

As a priority dictated by the emerging needs for industry and the opportunities for technological development, IEC 62282-8-101, IEC 62282-8-102 and IEC 62282-8-201 were initiated jointly.

This document is the first of the IEC 62282-8-3xy series.

---

1 Under consideration.

2 Second edition under preparation. Stage at the time of publication: IEC CDV 62282-8-201:2023.

3 Under consideration.

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 8-301: Energy storage systems using fuel cell modules in reverse mode – Power-to-methane energy systems based on solid oxide cells including reversible operation – Performance test methods

1 Scope

This part of IEC 62282 specifies performance test methods of power-to-methane systems based on solid oxide cells (SOCs). Water, CO_2, and electricity are supplied to the system to produce methane and oxygen.

This document is not intended to be applied to solid oxide fuel cell (SOFC) cell/stack assembly units for power generation purposes only, since these are covered in IEC 62282-7-2. In addition, the test methods for SOC cell/stack assembly units including reversible operation (without any methanation reactor) are already described in IEC 62282-8-101. Users can substitute the selected test methods of this document with the equivalent test methods given in IEC 62282-8-101 (solid oxide electrolysis cell (SOEC) to produce H_2 only as well as SOFC operation mode and reversible mode) and in IEC 62282-7-2 (SOFC mode only).

This document covers two types of processes as shown in Figure 1:

- Case 1: Steam and CO_2 are introduced into the SOC (co-electrolysis process), and the product gas (mainly, H_2 + CO) is supplied to a methanation reactor (catalytic reactor);
- Case 2: Steam is introduced into the SOC to generate H_2, which is supplied into a methanation reactor with CO_2.

Besides these two cases, the methanation catalyst can be integrated within the SOC, but this case is not within the scope of this document. This document provides, for testing systems, information on instruments and specifies measurement methods to test the performance of SOC cell/stack assembly units and of the methanation reactor for energy conversion purposes. To produce CH_4 from water and CO_2, the SOC is operated in electrolysis mode (solid oxide electrolysis cell (SOEC)). The SOC can be operated either in fuel cell mode (SOFC) or in reversible operation mode or both. In this document, the system is considered not to have components which store electricity, fluids, or heat.

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

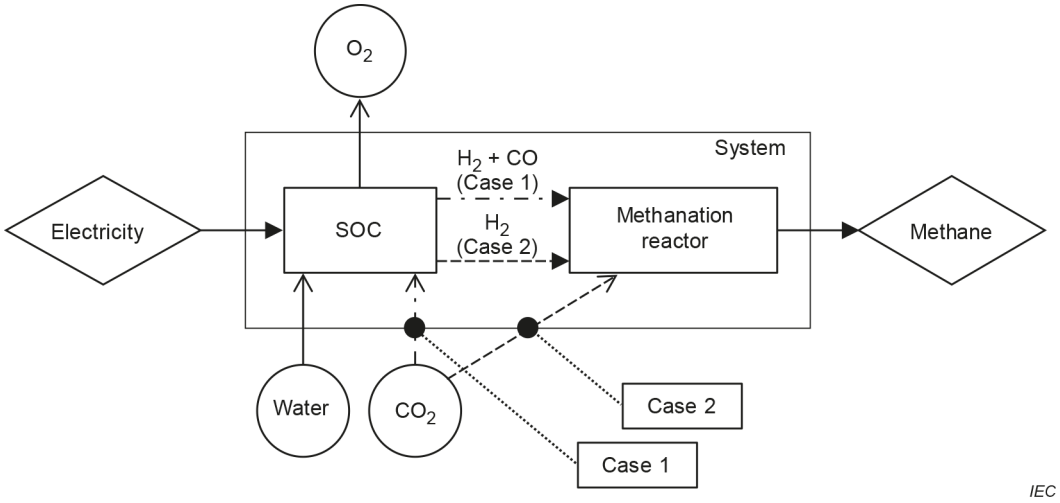


Figure 1 – Process schematic of the scope of IEC 62282-8-301

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 60584-1, *Thermocouples – Part 1: EMF specifications and tolerances*

IEC 60584-3, *Thermocouples – Part 3: Extension and compensating cables – Tolerances and identification system*

IEC 61515, *Mineral insulated metal-sheathed thermocouple cables and thermocouples*

IEC 62282-7-2:2021, *Fuel cell technologies – Part 7-2: Test methods – Single cell and stack performance tests for solid oxide fuel cells (SOFC)*

IEC 62282-8-101:2020, *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*

ISO 5167-1, *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full – Part 1: General principles and requirements*

ISO 5168, *Measurement of fluid flow – Procedures for the evaluation of uncertainties*

ISO 6141, *Gas analysis – Contents of certificates for calibration gas mixtures*

ISO 6142-1, *Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures – Part 1: Gravimetric method for Class I mixtures*

ISO 6143, *Gas analysis – Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures*

ISO 6145-7, *Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures using dynamic methods – Part 7: Thermal mass-flow controllers*

ISO 6974 (all parts), *Natural gas – Determination of composition and associated uncertainty by gas chromatography*

ISO 6975, *Natural gas – Extended analysis – Gas-chromatographic method*

ISO 7066-2, *Assessment of uncertainty in the calibration and use of flow measurement devices – Part 2: Non-linear calibration relationships*

ISO 8573-1, *Compressed air – Part 1: Contaminants and purity classes*

ISO 8756, *Air quality – Handling of temperature, pressure and humidity data*

ISO 10101 (all parts), *Natural gas – Determination of water by the Karl Fischer method*

ISO 11541, *Natural gas – Determination of water content at high pressure*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 52
INTRODUCTION 54
1 Domaine d'application 55
2 Références normatives 56
3 Termes, définitions, abréviations et symboles 57
3.1 Termes et définitions 57
3.2 Abréviations et symboles 62
3.2.1 Abréviations 62
3.2.2 Symboles 63
4 Système de conversion d'électricité en méthane à base de SOC 67
5 Conditions de référence 68
5.1 Température et pression 68
5.2 Pouvoir calorifique 68
6 Appareils et méthodes de mesure 69
6.1 Généralités 69
6.2 Incertitude des instruments 70
6.3 Méthodes de mesure 71
6.3.1 Méthodes de mesure pour les essais du système de conversion de l'énergie en méthane 71
6.3.2 Méthodes de mesure des composants en essai 74
7 Méthodes et procédures d'essai 77
7.1 Généralités 77
7.2 Essais de performance du système 78
7.2.1 Essai de démarrage 78
7.2.2 Essais de performance en fonctionnement aux caractéristiques assignées 78
7.2.3 Essai de performance en cas de variation de la puissance d'entrée 82
7.2.4 Essai d'arrêt 83
7.3 Essai de performance des composants 84
7.3.1 Entité d'assemblage de cellules/piles SOC 84
7.3.2 Réacteur de méthanation 94
8 Rapport d'essai 96
8.1 Généralités 96
8.2 Page de titre 97
8.3 Sommaire 97
8.4 Rapport résumé 97
Annexe A (informative) Lignes directrices sur le contenu des rapports détaillé et complet 98
A.1 Généralités 98
A.2 Rapport détaillé 98
A.3 Rapport complet 98
Bibliographie 99

Figure 1 – Processus schématique du domaine d'application de l'IEC 62282-8-301 56
Figure 2 – Représentation schématique des interfaces physiques du système 69

Figure 3 – Système d’essai 85
Figure 4 – Environnement d’essai et interfaces entre cellule/pile SOC, réacteur de méthanation et montage expérimental 87

Tableau 1 – Symboles 63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 8-301: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Systèmes de conversion de l'énergie en méthane à base de piles à oxyde solide, comprenant le fonctionnement réversible – Méthodes d'essai des performances

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 62282-8-301 a été établie par le comité d'études 105 de l'IEC: Technologies des piles à combustible. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
105/968/FDIS	105/983/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 62282, publiées sous le titre général *Technologies des piles à combustible*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62282 décrit des méthodes d'évaluation des performances pour les systèmes de conversion de l'énergie électrique en méthane qui utilisent des piles à oxyde solide (SOC) et des réacteurs de méthanation.

Une application type des systèmes de conversion d'électricité en méthane est la production électrolytique de méthane en tant que vecteur énergétique en vue d'un stockage et d'un transport à long terme et à grande échelle.

La chaleur de combustion du méthane par mole est environ trois fois supérieure à celle de l'hydrogène. Le méthane étant facile à liquéfier, il peut être stocké et transporté en utilisant les infrastructures existantes pour le gaz naturel (réservoirs, canalisations, navires-citernes ou camions-citernes) et être aisément utilisé par les équipements conventionnels. Par ailleurs, l'utilisation du "méthane vert" (produit par l'électricité renouvelable) ou du "méthane neutre en carbone" à la place du "méthane fossile" apparaît comme une option prometteuse dans un proche avenir.

La série IEC 62282-8 a pour but le développement des méthodes d'essai de performance pour les systèmes de stockage de l'énergie et les systèmes tampons fondés sur des modules électrochimiques (qui combinent des piles à combustible et à électrolyse, en particulier des piles à combustible réversibles), en tenant compte des options de réélectrification et de production de substance (et de chaleur) pour l'intégration durable des sources d'énergie renouvelable.

Sous le titre général "Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé", la série IEC 62282-8 comprend les parties suivantes:

- 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[2]: Procédures d'essai pour la performance des systèmes électriques à électriques;
- IEC 62282-8-202[3]: Power-to-power systems – Safety (disponible en anglais seulement);
- IEC 62282-8-3xy (toutes les parties): Power-to-substance systems (disponible en anglais seulement).

Les IEC 62282-8-101, IEC 62282-8-102 et IEC 62282-8-201 ont été initiées conjointement, car elles constituent une priorité dictée par les besoins émergents des industries et par les opportunités de développement techniques.

Le présent document est le premier de la série IEC 62282-8-3xy.

---

1 À l'étude.

2 Seconde édition en cours de révision. Stade au moment de la publication: IEC CDV 62282-8-201:2023.

3 À l'étude.

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 8-301: Systèmes de stockage de l'énergie utilisant des modules à piles à combustible en mode inversé – Systèmes de conversion de l'énergie en méthane à base de piles à oxyde solide, comprenant le fonctionnement réversible – Méthodes d'essai des performances

1 Domaine d'application

La présente partie de la série IEC 62282 spécifie les méthodes d'essai de performance des systèmes de conversion d'électricité en méthane à base de piles à oxyde solide (SOC). De l'eau, du CO_2 et de l'électricité sont fournis au système pour produire du méthane et de l'oxygène.

c De plus, les méthodes d'essai des entités d'assemblage de cellules/piles pour SOC fonctionnant en mode SOFC, y compris le fonctionnement réversible (sans aucun réacteur de méthanation) sont déjà décrites dans l'IEC 62282-8-101. Les utilisateurs peuvent remplacer les méthodes d'essai choisies dans le présent document par des méthodes d'essai équivalentes spécifiées dans l'IEC 62282-8-101 (pile électrolyse à oxyde solide (SOEC) pour produire du H_2 uniquement ainsi que mode de fonctionnement SOFC et mode réversible) et de l'IEC 62282-7-2 (mode SOFC uniquement).

Le présent document couvre deux types de processus représentés à la Figure 1:

- cas 1: de la vapeur et du CO_2 sont introduits dans la SOC (processus de co-électrolyse) et le gaz produit (principalement H_2 + CO) est transféré dans un réacteur de méthanation (réacteur catalytique);
- cas 2: de la vapeur est introduite dans la SOC pour générer du H_2 qui est transféré dans un réacteur de méthanation avec du CO_2.

En plus de ces deux cas, le catalyseur de méthanation peut être intégré dans la SOC mais ce cas n'entre pas dans le domaine d'application du présent document. Le présent document fournit, pour les systèmes d'essai, des informations sur les instruments et spécifie des méthodes de mesure afin de contrôler les performances des entités d'assemblage de cellules/piles SOC et du réacteur de méthanation à des fins de conversion de l'énergie. Pour produire du CH_4 à partir d'eau et de CO_2, la SOC fonctionne en mode électrolyse (pile électrolyse à oxyde solide (SOEC)). La SOC peut fonctionner en mode pile à combustible (SOFC) ou en mode réversible, ou les deux. Dans le présent document, le système considéré ne dispose pas de composants stockant de l'électricité, des fluides ou de la chaleur.

Le présent document est destiné à être utilisé pour les échanges de données dans le cadre de transactions commerciales entre les fabricants de systèmes et les clients. Les utilisateurs du présent document peuvent choisir les éléments d'essai à exécuter selon leurs objectifs parmi ceux décrits dans le présent document.

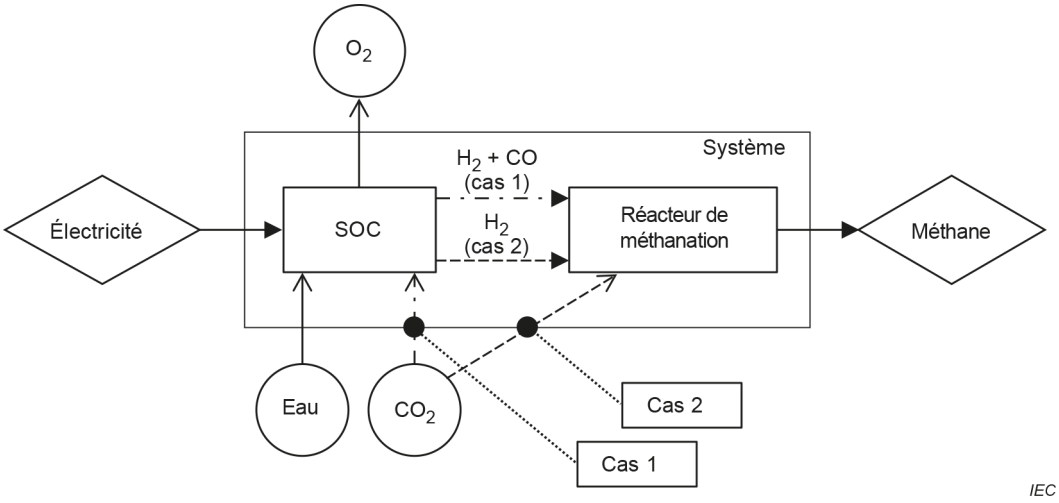


Figure 1 – Processus schématique du domaine d'application de l'IEC 62282-8-301

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 60584-1, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Spécifications et tolérances en matière de FEM*

IEC 60584-3, *Couples thermoélectriques – Partie 3: Câbles d'extension et de compensation – Tolérances et système d'identification*

IEC 61515, *Câbles et couples thermoélectriques à isolation minérale dits "chemisés"*

IEC 62282-7-2:2021, *Technologies des piles à combustible – Partie 7-2: Méthodes d'essai – Essais de performance de cellule élémentaire et de pile pour les piles à combustible à oxyde solide (SOFC)*

IEC 62282-8-101:2020, *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*

ISO 5167-1, *Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire – Partie 1: Principes généraux et exigences générales*

ISO 5168, *Mesure de débit des fluides – Procédures pour le calcul de l'incertitude*

ISO 6141, *Analyse des gaz – Contenu des certificats des mélanges de gaz pour étalonnage*

ISO 6142-1, *Analyse des gaz – Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage – Partie 1: Méthode gravimétrique pour les mélanges de Classe I*

ISO 6143, *Analyse des gaz – Méthodes comparatives pour la détermination et la vérification de la composition des mélanges de gaz pour étalonnage*

ISO 6145-7, *Analyse des gaz – Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes dynamiques – Partie 7: Régulateurs thermiques de débit massique*

ISO 6974 (toutes les parties), *Gaz naturel – Détermination de la composition et de l'incertitude associée par chromatographie en phase gazeuse*

ISO 6975, *Gaz naturel – Analyse étendue – Méthode par chromatographie en phase gazeuse*

ISO 7066-2, *Évaluation de l'incertitude dans l'étalonnage et l'utilisation des appareils de mesure du débit – Partie 2: Relations d'étalonnage non linéaires*

ISO 8573-1, *Air comprimé – Partie 1: Polluants et classes de pureté*

ISO 8756, *Qualité de l'air – Traitement des données de température, de pression et d'humidité*

ISO 10101 (toutes les parties), *Gaz naturel – Dosage de l'eau par la méthode de Karl Fischer*

ISO 11541, *Gaz naturel – Dosage de l'eau à haute pression*