

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

62282-3-2

Première édition  
First edition  
2006-03

---

---

**Technologies des piles à combustible –**

**Partie 3-2:**

**Systèmes à piles à combustible stationnaires –  
Méthodes d'essai des performances**

**Fuel cell technologies –**

**Part 3-2:**

**Stationary fuel cell power systems –  
Performance test methods**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE XC

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	8
INTRODUCTION.....	12
1 Domaine d'application .....	14
2 Références normatives.....	16
3 Termes, définitions et symboles .....	20
3.1 Termes et définitions .....	20
3.2 Symboles .....	28
4 Conditions de référence .....	32
4.1 Généralités.....	32
4.2 Température et pression .....	34
4.3 Base du pouvoir calorifique .....	34
5 Performance et classes d'essai .....	34
5.1 Essais de performance.....	34
5.2 Classes d'essai .....	34
6 Préparation aux essais .....	38
6.1 Généralités.....	38
6.2 Analyse d'incertitude .....	38
6.2.1 Eléments d'analyse de l'incertitude .....	38
6.2.2 Plan d'acquisition des données.....	38
7 Appareils et méthodes de mesure.....	40
7.1 Généralités.....	40
7.2 Appareils .....	40
7.3 Méthodes de mesure .....	40
7.3.1 Puissance électrique .....	40
7.3.2 Consommation de combustible .....	42
7.3.3 Mesures sur combustible liquide.....	46
7.3.4 Chaleur récupérée.....	48
7.3.5 Débit de gaz de purge .....	48
7.3.6 Caractéristiques de l'oxydant (air) .....	50
7.3.7 Autre flux de fluide .....	52
7.3.8 Mesure des émissions de gaz d'échappement .....	52
7.3.9 Mesure de la qualité de l'eau d'écoulement .....	56
7.3.10 pH (Concentration en ions hydrogène).....	56
7.3.11 COD (demande chimique en oxygène).....	56
7.3.12 BOD (demande biochimique en oxygène) .....	56
7.3.13 Niveau de bruit audible.....	56
7.3.14 Niveau de vibration.....	58
7.3.15 Distorsion harmonique totale .....	58
7.3.16 Conditions ambiantes .....	58
8 Méthode d'essai et calcul des résultats.....	60
8.1 Plan d'essai.....	60
8.1.1 Généralités.....	60
8.1.2 Conditions ambiantes .....	60

## CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	15
2 Normative references.....	17
3 Terms, definitions and symbols.....	21
3.1 Terms and definitions.....	21
3.2 Symbols.....	29
4 Reference conditions.....	33
4.1 General.....	33
4.2 Temperature and pressure.....	35
4.3 Heating value base.....	35
5 Performance and classes of tests.....	35
5.1 Performance tests.....	35
5.2 Classes of tests.....	35
6 Test preparation.....	39
6.1 General.....	39
6.2 Uncertainty analysis.....	39
6.2.1 Uncertainty analysis items.....	39
6.2.2 Data acquisition plan.....	39
7 Instruments and measurement methods.....	41
7.1 General.....	41
7.2 Instruments.....	41
7.3 Measurement methods.....	41
7.3.1 Electrical power.....	41
7.3.2 Fuel consumption.....	43
7.3.3 Liquid fuel measurements.....	47
7.3.4 Recovered heat.....	49
7.3.5 Purge gas flow.....	49
7.3.6 Oxidant (air) characteristics.....	51
7.3.7 Other fluid flow.....	53
7.3.8 Exhaust gas emission measurement.....	53
7.3.9 Discharge water quality measurement.....	57
7.3.10 pH (Hydrogen ion concentration).....	57
7.3.11 COD (Chemical Oxygen Demand).....	57
7.3.12 BOD (Biochemical Oxygen Demand).....	57
7.3.13 Audible noise level.....	57
7.3.14 Vibration level.....	59
7.3.15 Total harmonic distortion.....	59
7.3.16 Ambient conditions.....	59
8 Test method and computation of results.....	61
8.1 Test plan.....	61
8.1.1 General.....	61
8.1.2 Ambient conditions.....	61

8.1.3	Variation maximale admissible dans les conditions de fonctionnement stable .....	62
8.1.4	Procédure de fonctionnement d'essai .....	64
8.2	Durée d'essai et fréquence des valeurs lues.....	64
8.3	Calcul des résultats.....	64
8.3.1	Puissance électrique .....	64
8.3.2	Consommation de combustible .....	66
8.3.3	Calcul de l'énergie du combustible .....	68
8.3.4	Consommation d'oxydant (air) .....	70
8.3.5	Calcul de l'énergie de l'oxydant (air).....	72
8.3.6	Rendement électrique.....	72
8.3.7	Rendement de l'énergie thermique récupérable .....	74
8.3.8	Rendement énergétique total.....	76
8.3.9	Caractéristiques de réponse électrique et thermique .....	76
8.3.10	Caractéristiques de démarrage/d'arrêt.....	98
8.3.11	Consommation de gaz de purge .....	100
8.3.12	Consommation d'eau .....	100
8.3.13	Chaleur résiduelle .....	100
8.3.14	Emission de gaz d'échappement.....	102
8.3.15	Calcul de la production des émissions .....	102
8.3.16	Niveau de bruit audible.....	102
8.3.17	Niveau de vibration.....	102
8.3.18	Qualité de l'eau d'écoulement.....	104
9	Rapports d'essai.....	106
9.1	Généralités.....	106
9.2	Page de titre .....	106
9.3	Sommaire.....	106
9.4	Rapport résumé.....	106
9.5	Rapport détaillé.....	106
9.6	Rapport complet.....	108
	Annexe A (normative) Guide pour l'analyse d'incertitude.....	110
	Annexe B (normative) Calcul du pouvoir calorifique du combustible.....	140
	Annexe C (normative) Gaz de référence .....	146
	Bibliographie.....	150
	Figure 1 – Schéma de système à pile à combustible.....	16
	Figure 2 – Schéma des symboles .....	32
	Figure 3 – Graphique du processus de fonctionnement du système à pile à combustible .....	78
	Figure 4 – Taux de réponse de puissance.....	80
	Figure 5 – Taux de réponse à 90 % .....	82
	Tableau 1 – Symboles .....	28
	Tableau 2 – Élément d'essai et classification d'essai .....	36
	Tableau 3 – Élément d'essai et statut du système.....	60

8.1.3	Maximum permissible variation in steady-state operating conditions .....	63
8.1.4	Test operating procedure .....	65
8.2	Duration of test and frequency of readings .....	65
8.3	Computation of results .....	65
8.3.1	Electrical power .....	65
8.3.2	Fuel consumption .....	67
8.3.3	Calculation of fuel energy .....	69
8.3.4	Oxidant (air) consumption .....	71
8.3.5	Calculation of oxidant (air) energy .....	73
8.3.6	Electrical efficiency .....	73
8.3.7	Heat recovery efficiency .....	75
8.3.8	Overall energy efficiency .....	77
8.3.9	Power and thermal response characteristics .....	77
8.3.10	Start-up and shutdown characteristics .....	99
8.3.11	Purge gas consumption .....	101
8.3.12	Water consumption .....	101
8.3.13	Waste heat .....	101
8.3.14	Exhaust gas emission .....	103
8.3.15	Calculation of emission production .....	103
8.3.16	Audible noise level .....	103
8.3.17	Vibration level .....	103
8.3.18	Discharge water quality .....	105
9	Test reports .....	107
9.1	General .....	107
9.2	Title page .....	107
9.3	Table of contents .....	107
9.4	Summary report .....	107
9.5	Detailed report .....	107
9.6	Full report .....	109
	Annex A (normative) Guidance for uncertainty analysis .....	111
	Annex B (normative) Calculation of fuel heating value .....	141
	Annex C (normative) Reference gas .....	147
	Bibliography .....	151
	Figure 1 – Fuel cell power system diagram .....	17
	Figure 2 – Symbol diagram .....	33
	Figure 3 – Operating process chart of fuel cell power system .....	79
	Figure 4 – Power response time ramp rates .....	81
	Figure 5 – 90 % response time ramp rates .....	83
	Table 1 – Symbols .....	29
	Table 2 – Test item and test classification .....	37
	Table 3 – Test item and system status .....	61

Tableau 4 – Variations maximales admissibles dans les conditions de fonctionnement d'essai .....	62
Tableau 5 – Facteurs de correction du niveau de vibrations .....	104
Tableau A.1 – Résumé des paramètres de mesure et de leurs valeurs nominales .....	120
Tableau A.2 – Valeurs nominales des résultats de calcul .....	120
Tableau A.3 – Sources d'erreurs élémentaires pour les différents paramètres .....	122
Tableau A.4 – Incertitude systématique absolue ( $B_i$ ) et incertitude aléatoire absolue ( $2S_{xi}$ ) .....	126
Tableau A.5 – Coefficients de sensibilité pour le paramètre $P_i$ .....	130
Tableau A.6 – Incertitude systématique $B_R$ et incertitude aléatoire propagée $2S_R$ .....	132
Tableau A.7 – Incertitude absolue totale du résultat $U_{R95}$ et incertitude en pourcentage de $U_{R95}$ du rendement électrique .....	136
Tableau B.1 – Pouvoirs calorifiques des composants des gaz naturels dans différentes conditions de référence de combustion pour le gaz parfait .....	140
Tableau C.1 – Gaz de référence pour le gaz naturel .....	148
Tableau C.2 – Gaz de référence pour le gaz propane .....	148

Currently in preview, click buy full vers.

Table 4 – Maximum permissible variations in test operating conditions .....	63
Table 5 – Vibration correction factors.....	105
Table A.1 – Summary of measurement parameters and their nominal values .....	121
Table A.2 – Nominal values of the calculation results.....	121
Table A.3 – Elemental error sources for the various parameters .....	123
Table A.4 – Absolute systematic uncertainty ( $B_i$ ) and absolute random uncertainty ( $2S_{xi}$ ).....	127
Table A.5 – Sensitivity coefficients for the parameter $P_i$ .....	131
Table A.6 – Propagated systematic uncertainty $B_R$ and random uncertainty $2S_R$ .....	133
Table A.7 – Total absolute uncertainty of the result $U_{R95}$ and per cent uncertainty of $U_{R95}$ of electrical efficiency.....	137
Table B.1 – Heating values for components of natural gases at various combustion reference conditions for ideal gas .....	141
Table C.1 – Reference gas for natural gas .....	149
Table C.2 – Reference gas for propane gas .....	149

## COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 3-2: Systèmes à piles à combustible stationnaires –  
Méthodes d'essai des performances

## AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62282-3-2 a été établie par le comité d'études 105 de la CEI: Technologies des piles à combustible.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
105/103/FDIS	105/108/RVD

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

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 3-2: Stationary fuel cell power systems –  
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 far as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62282-3-2 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies.

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

FDIS	Report on voting
105/103/FDIS	105/108/RVD

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

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

La CEI 62282 comprend les parties suivantes, sous le titre général: *Technologies des piles à combustible*:

- Partie 1: Terminologie
- Partie 2: Modules à piles à combustible
- Part 3-1: Stationary fuel cell power systems – Safety (à l'étude)
- Part 3-2: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Méthodes d'essai des performances
- Part 3-3: Stationary fuel cell power systems – Installation (à l'étude)
- Part 4: Fuel cell systems for propulsion and auxiliary power units (à l'étude)
- Part 5: Portable fuel cell appliances – Safety and performance requirements (à l'étude)
- Part 6-1: Micro fuel cell power systems – Safety (à l'étude)
- Part 6-2: Micro fuel cell power systems – Performance (à l'étude)
- Part 6-3: Micro fuel cell power systems – Interchangeability (à l'étude)

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

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

IEC 62282 consists of the following parts under the general title *Fuel cell technologies*:

- Part 1: Terminology
- Part 2: Fuel cell modules
- Part 3-1: Stationary fuel cell power systems – Safety (under consideration)
- Part 3-2: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods
- Part 3-3: Stationary fuel cell power systems – Installation (under consideration)
- Part 4: Fuel cell systems for propulsion and auxiliary power units (under consideration)
- Part 5: Portable fuel cell appliances – Safety and performance requirements (under consideration)
- Part 6-1: Micro fuel cell power systems – Safety (under consideration)
- Part 6-2: Micro fuel cell power systems – Performance (under consideration)
- Part 6-3: Micro fuel cell power systems – Interchangeability (under consideration)

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

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

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 62282 décrit la manière de mesurer les performances des systèmes à piles à combustible stationnaires pour les applications résidentielles, commerciales, agricoles et industrielles. Les types de piles à combustible suivants sont pris en compte: piles à combustible alcalines (AFC), piles à combustible à acide phosphorique (PAFC), piles à combustible à électrolyte polymère (PEFC), piles à combustible à carbonates fondus (MCFC) et piles à combustible à oxyde solide (SOFC).

## INTRODUCTION

This part of IEC 62282 describes how to measure the performance of stationary fuel cell power systems for residential, commercial, agricultural and industrial applications. The following fuel cell types have been considered: Alkaline Fuel Cells (AFC), Phosphoric Acid Fuel Cells (PAFC), Polymer Electrolyte Fuel Cells (PEFC), Molten Carbonate Fuel Cells (MCFC) and Solid Oxide Fuel Cells (SOFC).

## **TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –**

### **Partie 3-2: Systèmes à piles à combustible stationnaires – Méthodes d'essai des performances**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de la CEI 62282 couvre les aspects de fonctionnement et d'environnement des performances des systèmes à piles à combustible stationnaires. Les méthodes d'essai s'appliquent comme suit:

- puissance de sortie dans des conditions de fonctionnement spécifiées y compris les conditions transitoires;
- rendement électrique et thermique dans des conditions de fonctionnement spécifiées;
- caractéristiques d'environnement, par exemple, émissions de gaz, bruit, etc. dans des conditions de fonctionnement spécifiées y compris les conditions transitoires..

Les aspects de Compatibilité Electromagnétique (CEM) ne sont pas traités dans la présente partie de la CEI 62282.

Les systèmes à piles à combustible peuvent avoir différents sous-systèmes en fonction des types de piles et d'applications et ils subissent différents flux de matières et d'énergie en entrée et en sortie. Toutefois, un schéma commun de système et de ses limites a été défini pour l'évaluation du système à pile à combustible (voir Figure 1). Les conditions suivantes sont prises en compte pour déterminer la limite d'essai du système à pile à combustible.

- Tous les systèmes de récupération d'énergie sont inclus dans les limites de l'essai.
- Le calcul du pouvoir calorifique du combustible entrant (tel que le gaz naturel, le propane et l'hydrogène pur, etc.) est fondé sur les conditions du combustible à la limite du système de pile à combustible.

Cette norme ne prend pas en compte les entrées ou sorties de puissance mécanique ou d'énergie mécanique. Les systèmes mécaniques nécessaires au fonctionnement des piles à combustible (à savoir ventilation ou micro-turbines ou compresseurs) seront inclus dans les limites d'essai. La mesure directe de ces systèmes mécaniques à l'intérieur de la limite d'essai n'est pas exigée; toutefois, leurs effets seront inclus dans le fonctionnement du système à pile à combustible. Des mesures et des calculs supplémentaires sont nécessaires si la puissance mécanique et l'énergie mécanique dépassent les limites d'essai.

## FUEL CELL TECHNOLOGIES –

### Part 3-2: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods

#### 1 Scope

This part of IEC 62282 covers operational and environmental aspects of the stationary fuel cell power systems performance. The test methods apply as follows:

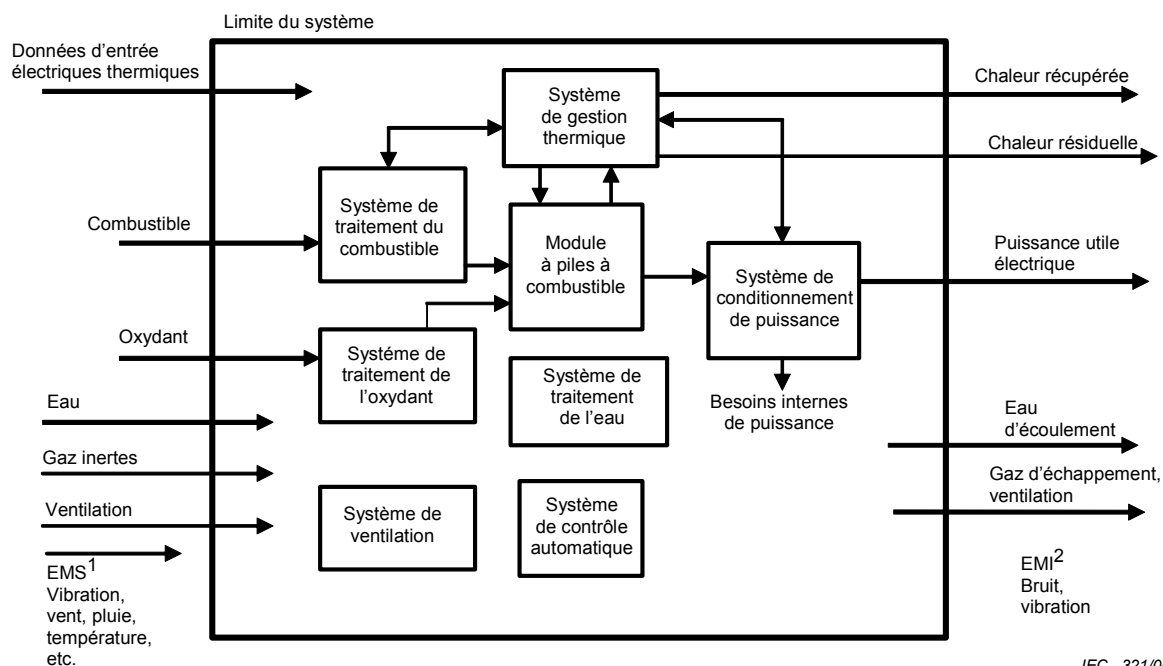
- power output under specified operating and transient conditions;
- electrical and thermal efficiency under specified operating conditions;
- environmental characteristics; for example, gas emissions, noise, etc. under specified operating and transient conditions.

Coverage for Electromagnetic Compatibility (EMC) is not provided in this part of IEC 62282.

Fuel cell power systems may have different subsystems depending upon types of fuel cell and applications, and they have different streams of material and energy into and out of them. However, a common system diagram and boundary has been defined for evaluation of the fuel cell power system (see Figure 1). The following conditions are considered in order to determine the test boundary of the fuel cell power system.

- All energy recovery systems are included within the test boundary.
- Calculation of the heating value of the input fuel (such as natural gas, propane gas, and pure hydrogen gas, etc.) is based on the conditions of the fuel at the boundary of the fuel cell power system.

This standard does not take into account mechanical (shaft) power or mechanical energy inputs or outputs. Mechanical systems required for fuel cell operation (i.e. ventilation or micro-turbines or compressors) will be included inside the test boundary. The direct measurement of these mechanical systems inside the test boundary is not required; however, their effects will be included in the fuel cell power system operation. If mechanical (shaft) power and energy cross the test boundary, additional measurements and calculations are necessary.



IEC 321/06

### Légende



**Système à pile à combustible** avec sous-systèmes. L'interface peut être conceptuelle ou fonctionnelle, en lieu et place d'un matériel tel qu'un boîtier de puissance.



**Sous-systèmes**; module à pile à combustible, système de traitement du combustible, etc. Ces configurations de sous-systèmes dépendent du type de combustible, du type de pile ou de système de pile à combustible.



**Les points d'interface** à la limite du système où effectuer les mesures pour obtenir les données nécessaires aux calculs.

<sup>1</sup> EMS: Susceptibilité Electromagnétique

<sup>2</sup> EMI: Interférence Electromagnétique

**Figure 1 – Schéma de système à pile à combustible**

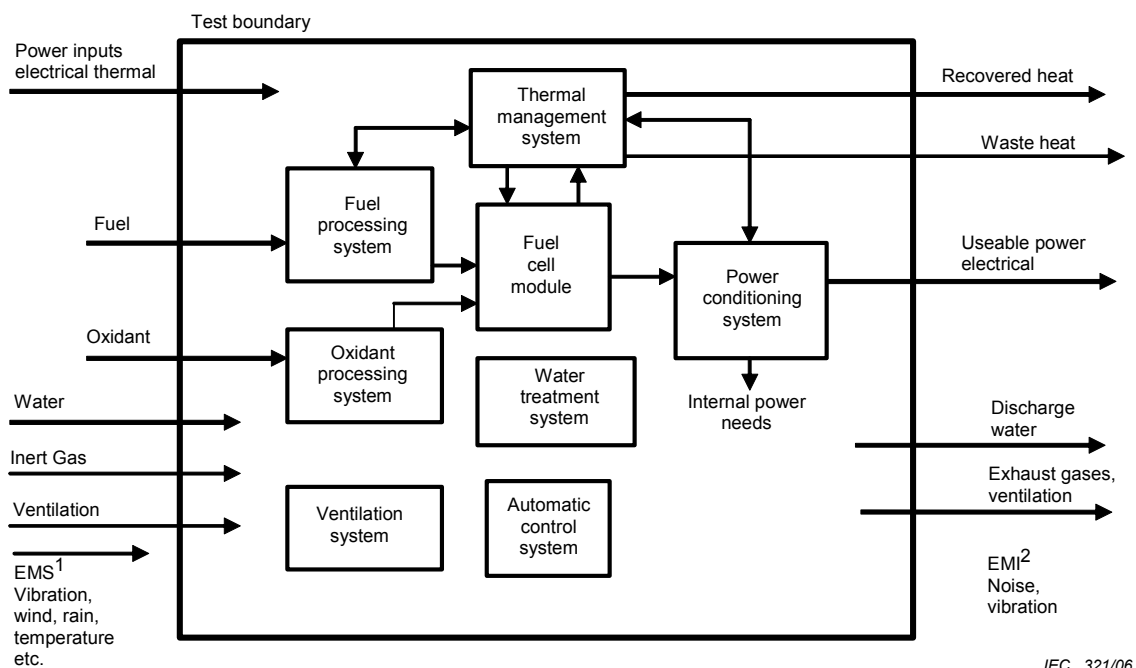
## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).




CEI 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

CEI 60359:2001, *Appareils de mesure électriques et électroniques – Expression des performances*

CEI 60688:1992, *Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives en signaux analogiques ou numériques*



## Key

-  : **Fuel cell power system** including subsystems. The interface is defined as a conceptual or functional one instead of hardware such as a power package.
-  : **Subsystems**; fuel cell module, fuel processor, etc. These subsystem configurations depend on the kind of fuel, type of fuel cell or system.
-  : **The interface points** in the boundary to be measured for calculation data.

<sup>1</sup> EMS: Electromagnetic Susceptibility

<sup>2</sup> EMI: Electromagnetic Interference

**Figure 1 – Fuel cell power system diagram**

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60359:2001, *Electrical and electronic equipment – Expression of performance*

IEC 60688:1992, *Electrical measuring transducers for converting a.c. electrical quantities to analogue or digital signals*

CEI 61000-4-7, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

CEI 61000-4-13, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et interharmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*

CEI 61028:1991, *Appareils électriques de mesure – Enregistreurs X-Y*

CEI 61143 (toutes les parties), *Appareils électriques de mesure- Enregistreurs X-t*

CEI 61672-1, *Electroacoustique – Sonomètres – Partie 1: Spécifications*

CEI 61672-2, *Electroacoustique – Sonomètres – Partie 2: Essais d'évaluation d'un modèle*

CEI 62052-11, *Equipement de comptage de l'électricité (CA) – Prescriptions générales, essais et conditions d'essai – Partie 11: Equipement de comptage*

CEI 62053-22, *Equipement de comptage de l'électricité (c.a.) – Prescriptions particulières – Partie 22: Compteurs statiques d'énergie active (classes 0,2 S et 0,5 S)*

ISO 3648, *Carburants aviation – Estimation de l'énergie spécifique inférieure*

ISO 3744:1994, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

ISO 4677-1, *Atmosphères de conditionnement et d'essai – Détermination de l'humidité relative – Partie 1: Méthode utilisant un psychromètre à aspiration*

ISO 4677-2, *Atmosphères de conditionnement et d'essai – Détermination de l'humidité relative – Partie 2: Méthode utilisant un psychromètre fronde*

ISO 5167 (toutes les parties), *Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire*

ISO 5348, *Vibrations et chocs mécaniques – Fixation mécanique des accéléromètres*

ISO 6060, *Qualité de l'eau – Détermination de la demande chimique en oxygène*

ISO 6326 (toutes les parties), *Gaz naturel – Détermination des composés soufrés*

ISO 6974 (toutes les parties), *Gaz naturel – Détermination de la composition avec une incertitude définie par chromatographie en phase gazeuse*

ISO 6975 (toutes les parties), *Gaz naturel – Analyse étendue – Méthode par chromatographie en phase gazeuse*

ISO 6976, *Gaz naturel – Calcul du pouvoir calorifique, de la masse volumique, de la densité relative et de l'indice de Wobbe à partir de la composition*

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-4-13, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests*

IEC 61028:1991, *Electrical measuring instruments – X-Y recorders*

IEC 61143 (all parts), *Electrical measuring instruments – X-t recorders*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 61672-2, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests*

IEC 62052-11, *Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment*

IEC 62053-22, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular Requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*

ISO 3648, *Aviation fuels – Estimation of net specific energy*

ISO 3744:1994, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane*

ISO 4677-1, *Atmospheres for conditioning and testing – Determination of relative humidity – Part 1: Aspirated psychrometer method*

ISO 4677-2, *Atmospheres for conditioning and testing – Determination of relative humidity – Part 2: Whirling psychrometer method*

ISO 5167 (all parts), *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full*

ISO 5348, *Mechanical vibration and shock – Mechanical mounting of accelerometers*

ISO 6060, *Water quality – Determination of the chemical oxygen demand*

ISO 6326 (all parts), *Natural gas – Determination of sulfur compounds*

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

ISO 6975 (all parts), *Natural gas – Extended analysis – Gas-Chromatographic method*

ISO 6976, *Natural gas – Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe index from composition*

ISO 7934, *Émissions de sources fixes – Détermination de la concentration en masse de dioxyde de soufre – Méthode au peroxyde d'hydrogène/perchlorate de baryum/Thorin*

ISO 7935, *Émissions de sources fixes – Détermination de la concentration en masse de dioxyde de soufre – Caractéristiques de performance des méthodes de mesurage automatiques (disponible en anglais seulement)*

ISO 8217, *Produits pétroliers – Combustibles (classe F) – Spécifications des combustibles pour la marine*

ISO 9096, *Émissions de sources fixes – Détermination manuelle de la concentration en masse de poussières*

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

ISO 10396, *Émissions de sources fixes – Échantillonnage pour la détermination automatique des concentrations de gaz*

ISO 10523, *Qualité de l'eau – Détermination du pH*

ISO 10707, *Qualité de l'eau – Évaluation en milieu aqueux de la biodégradabilité aérobie "ultime" des composés organiques – Méthode par analyse de la demande biochimique en oxygène (essai en fiole fermée)*

ISO 10780, *Émissions de sources fixes – Mesurage de la vitesse et du débit-volume des courants gazeux dans des conduites*

ISO 10849, *Émissions de sources fixes – Détermination de la concentration en masse des oxydes d'azote – Caractéristiques de performance des systèmes de mesurage automatiques (disponible en anglais seulement)*

ISO 11042-1, *Turbines à gaz – Émissions de gaz d'échappement – Partie 1: Mesurage et évaluation*

ISO 11042-2, *Turbines à gaz – Émissions de gaz d'échappement – Partie 2: Surveillance automatisée des émissions*

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

ISO 11564, *Émissions de sources fixes – Détermination de la concentration en masse des oxydes d'azote – Méthode photométrique à la naphtyléthylène diamine (NEDA)*

ISO 14687:1999, *Carburant hydrogène – Spécification de produit Cor 2001*

ISO 16622, *Météorologie – Anémomètres/thermomètres soniques – Méthodes d'essai d'acceptation pour les mesurages de la vitesse moyenne du vent*

ASTM D4809-00, *Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method)*

ISO 7934, *Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of sulfur dioxide – Hydrogen peroxide/barium perchlorate/thorin method*

ISO 7935, *Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of sulfur dioxide – Performance characteristics of automated measuring methods*

ISO 8217, *Petroleum products – Fuel (class F) – Specifications of marine fuels*

ISO 9096, *Stationary source emissions – Manual determination of mass concentration of particulate matter*

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

ISO 10396, *Stationary source emissions – Sampling for the automated determination of gas concentrations*

ISO 10523, *Water quality – Determination of pH*

ISO 10707, *Water quality – Evaluation in an aqueous medium of the "ultimate" aerobic biodegradability of organic compounds – Method by analysis of biochemical oxygen demand (closed bottle test)*

ISO 10780, *Stationary source emissions – Measurement of velocity and volume flowrate of gas streams in ducts*

ISO 10849, *Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of nitrogen oxides – Performance characteristics of automated measuring systems*

ISO 11042-1, *Gas turbines – Exhaust gas emission – Part 1: Measurement and evaluation*

ISO 11042-2, *Gas turbines – Exhaust gas emission – Part 2: Automated emission monitoring*

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

ISO 11564, *Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of nitrogen oxides – Naphthylethylenediamine photometric method*

ISO 14687:1999, *Hydrogen fuel – Product specification*

ISO 16622, *Meteorology – Sonic anemometer/thermometers – Acceptance test methods for mean wind measurements*

ASTM D4809-00, *Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method)*