

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Railway applications - Hydrogen and fuel cell systems for rolling stock -
Part 1: Fuel cell power system**

**Applications ferroviaires - Systèmes à hydrogène et à pile à combustible pour le
matériel roulant -
Partie 1: Système à pile à combustible**

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and abbreviated terms	11
3.1 Terms and definitions	11
3.2 Abbreviated terms	22
4 Configuration of the fuel cell power system	22
4.1 Fuel cell power system definition	22
4.2 Subsystems of the fuel cell power system	23
4.3 FCPS power distribution	23
4.4 Typical state of a fuel cell power system	24
5 Environmental requirements	24
5.1 General	24
5.2 Specific use case	25
5.2.1 Rooftop installation	25
5.2.2 Tunnel	25
5.2.3 Performance limitation at low and high ambient temperature	26
5.2.4 Performance limitation at high altitude	26
6 Interface requirements	26
6.1 General	26
6.2 Fluidic interfaces	27
6.2.1 Fuel supply	27
6.2.2 Oxidant supply	27
6.2.3 Coolant	27
6.2.4 Air inlets	27
6.2.5 Exhaust	28
6.3 Electrical interfaces	28
6.3.1 General	28
6.3.2 Main power interface	28
6.3.3 Auxiliary supply and communication interfaces	29
7 Performance requirements	29
7.1 General	29
7.2 Fuel cell power system sizing	29
7.3 Load profile	30
7.4 Operational requirements	30
7.4.1 Normal mode requirements	30
7.4.2 Degraded mode requirements	30
7.5 Electric efficiency and hydrogen consumption calculations	30
7.6 Lifetime requirements	31
7.7 End-of-life performance	31
7.8 Voltage stability	32
8 Design requirements	32
8.1 General	32
8.2 FCPM requirements	32
8.3 FMS requirements	32

8.3.1	Design requirement	32
8.3.2	Functional requirement	34
8.4	OMS requirements	34
8.4.1	General	34
8.4.2	Non-metallic piping	34
8.4.3	Overpressure	34
8.4.4	Oxidant quality and filtering device	34
8.5	TMS requirements	35
8.5.1	Design requirements	35
8.5.2	Functional requirements	36
8.6	ExMS requirements	37
8.6.1	Hydrogen release	37
8.6.2	Waste water	37
8.7	EPMS requirements	37
8.7.1	General	37
8.7.2	Cabling	37
8.7.3	Ripple current	37
8.7.4	Electric power input	38
8.7.5	Auxiliary motors	38
8.7.6	Light maintenance operation	38
8.8	MCS requirements	38
8.8.1	Hardware	38
8.8.2	Software	38
8.9	Mechanical requirements	39
8.9.1	Mechanical integration	39
8.9.2	Mechanical design	39
8.9.3	Bolted assemblies	39
8.9.4	Degree of protection	40
8.9.5	Shock and vibration	40
8.10	Recyclability requirements	40
8.11	Documentation	40
8.12	Other	41
8.12.1	Noise emission requirements	41
8.12.2	EMC requirements	42
9	Safety, reliability and protection requirements	42
9.1	Reliability	42
9.2	Safety	42
9.2.1	Safety analysis	42
9.2.2	Hazard identification	43
9.2.3	Prevention for maintenance operation and storage	43
9.2.4	Hydrogen risk management	44
9.2.5	Fire, smoke, flammability	45
9.2.6	Electrical shock	45
9.2.7	Software	45
10	Marking and labelling	46
10.1	Safety signs	46
10.1.1	FCPS enclosure	46
10.1.2	Other places inside the FCPS enclosure	46
10.2	Nameplate	46

10.2.1	FCPS enclosure	46
10.2.2	Nameplates on sub-assemblies inside the box	47
11	Installation and maintenance	47
11.1	General	47
11.2	Installation	47
11.3	Maintenance	47
11.3.1	General	47
11.3.2	Maintenance accessibility	47
11.3.3	Technical documentation	47
12	FCPS storage and transportation conditions	49
12.1	General	49
12.2	Transportation	49
12.3	Storage	49
13	Testing	49
13.1	General	49
13.2	Parameter measurements	49
13.3	Parameter measurement tolerances	49
13.4	Reference conditions of tests	50
13.4.1	Installation and operating conditions of the system	50
13.4.2	Quality of hydrogen	50
13.4.3	Quality of power input	50
13.5	Type test	50
13.5.1	General	50
13.5.2	Visual checks	50
13.5.3	Mass	50
13.5.4	Communication network test	50
13.5.5	Dielectric voltage strength test	51
13.5.6	Insulation impedance (optional)	51
13.5.7	Sub-equipment functional tests (optional)	51
13.5.8	Operating test for stabilized operations	51
13.5.9	Operating test for dynamic operations	51
13.5.10	Polarization curve test	51
13.5.11	Load profile test	51
13.5.12	Hydrogen leakage test	52
13.5.13	Ultimate strength pressure test	52
13.5.14	Flammable concentration test	52
13.5.15	Thermal rising test	52
13.5.16	Endurance test (optional)	52
13.5.17	Safety test in abnormal conditions	53
13.5.18	Hydrogen emissions	53
13.5.19	Environmental tests	53
13.5.20	Acoustic noise emissions	54
13.5.21	EMC test	55
13.5.22	Type tests at component level (optional)	55
13.6	Routine test	55
13.6.1	Visual checks	55
13.6.2	Communication network test	55
13.6.3	Dielectric test	55
13.6.4	Insulation impedance test (optional)	55

13.6.5	Normal operation test	55
13.6.6	Hydrogen leakage test.....	56
13.6.7	Overpressure test.....	56
Annex A (informative)	Datasheet template	57
Annex B (informative)	Local laws, regulations and standards applicable	60
B.1	Europe.....	60
B.2	Japan	61
B.3	China.....	61
Bibliography		62
Figure 1 – Hierarchy of standards related to IEC 63341		8
Figure 2 – Example of the main block diagrams for a fuel cell power system for railway applications		23
Figure 3 – FCPS power distribution.....	24	
Figure 4 – Typical state diagram for the FCPS.....	24	
Table A.1 – Datasheet template proposal.....	57	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**Railway applications -
Hydrogen and fuel cell systems for rolling stock -
Part 1: Fuel cell power system****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 63341-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
9/3212/FDIS	9/3254/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 63341 series, published under the general title *Railway applications – Hydrogen and fuel cell systems for rolling stock*, can be found on the IEC website.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

INTRODUCTION

This document considers general requirements for all fuel cell power systems installed onboard rolling stock for railway applications.

IEC TC 105 is developing the IEC 62282 series, covering generic fuel cell technologies in different industrial sectors:

- IEC 62282-2 series on fuel cell modules;
- IEC 62282-3 series on stationary fuel cell power systems;
- IEC 62282-4 series on fuel cell power systems for propulsion and auxiliary power units

These documents are often generic and do not cover the specific requirements for railway applications.

Therefore, this document has been developed to specify the requirements for railway applications.

This document is linked to IEC 63341-3, which specifies the performance test method to validate the fuel cell power system performance.

This document with the other parts is used in conjunction with other related IEC standards for auxiliary equipment used for railway rolling stock applications. In addition, IEC TC 9 has developed the following standards for the subsystems, which are related or have interfaces to the fuel cell power system:

- IEC 62864-1:2016, *Railway applications - Rolling stock - Power supply with onboard energy storage system - Part 1: Series hybrid system*
- IEC 61287-1, *Railway applications - Power converters installed on board rolling stock - Part 1: Characteristics and test methods*
- IEC 60349 (all parts), *Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles*
- IEC 62928, *Railway applications - Rolling stock - Onboard lithium-ion traction batteries*

IEC 62864-1:2016 specifies the general requirements for the onboard energy storage system as a system level. The hierarchy of standards is shown in Figure 1. The list is not exhaustive.

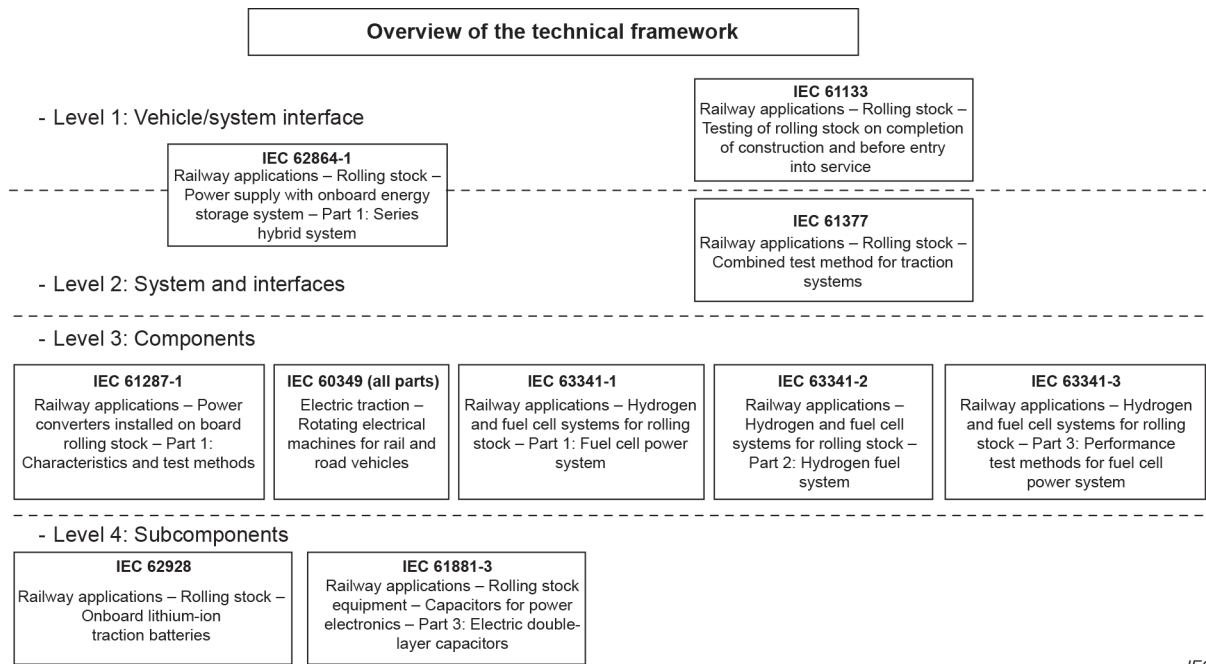


Figure 1 – Hierarchy of standards related to IEC 63341

1 Scope

This part of IEC 63341 applies to fuel cell power systems installed onboard rolling stock for railway applications (e.g. light rail vehicles, tramways, streetcars, metros, commuter trains, regional trains, high speed trains, locomotives). Fuel cell power systems specified in this document are used for the traction power and the auxiliary supply of railway vehicles such as hybrid vehicles, and in case of use as an auxiliary onboard power source.

This document applies to the fuel cell technology called proton exchange membrane fuel cell (PEMFC), with the use of hydrogen as fuel source and the use of air as oxidant source.¹

This document does not apply for hydrogen fuel system which is specified in IEC 63341-2, as HFS is not within the scope of this document.

This document does not apply for power conversion equipment which is specified in IEC 61287-1 and is not within the scope this document.

This document specifies:

- the scope of supply and the description of the interfaces (fluidic, electrical, thermal and mechanical) of the fuel cell power system;
- the description of the environmental conditions;
- the specification and description of all the requirements to ensure the fuel cell power system conformance with a railway application;
- the process to validate the fuel cell power system sizing required for a specific load profile;
- the safety, reliability and protection requirements to design the fuel cell power system for a railway application;
- the marking and labelling requirements;
- the requirements related to storage, transportation, installation and maintenance;
- the tests (type, routine and investigation) required to validate the fuel cell power system.

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 60034-14, *Rotating electrical machines - Part 14: Mechanical vibration of certain machines with shaft heights 56 mm and higher - Measurement, evaluation and limits of vibration severity*

IEC 60077-1, *Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Part 1: General service conditions and general rules*

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

¹ PEM fuel cells are typically limited to less than 120 °C due to stability of the membrane and evaporation of water. More practically, they are limited to 85 °C to 90 °C in high or peak temperature application to limit the electrochemical degradations and preserve their lifetime.

Because of the thin membrane, and low resistance losses, PEM fuel cells tend to deliver high power density and offer the advantages of low mass and volume, compared to other fuel cell types. The low temperature operation also allows them to start quickly (less warm-up time) and to start from freeze condition, which makes them particularly well suited for transportation applications.

IEC 60571, *Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*, available at <http://std.iec.ch/iec60617>

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

IEC 61709, *Electric components - Reliability - Reference conditions of failure rates and stress models for conversion*

IEC 61991, *Railway applications - Rolling stock - Protective provisions against electrical hazards*

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

IEC 62282-2-100:2020, *Fuel cell technologies - Part 2-100: Fuel cell modules - Safety*

IEC 62282-3-100:2019, *Fuel cell technologies - Part 3-100: Stationary fuel cell power systems - Safety*

IEC 62282-4-101:2022, *Fuel cell technologies - Part 4-101: Fuel cell power systems for electrically powered industrial trucks - Safety*

IEC 62497-1, *Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*

IEC 62498-1:2010, *Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 1: Equipment on board rolling stock*

IEC 62635, *Guidelines for end-of-life information provided by manufacturers and recyclers and for recyclability rate calculation of electrical and electronic equipment*

IEC 63341-3:2025, *Railway applications - Hydrogen and fuel cell systems for rolling stock - Part 3: Performance test methods for fuel cell power system*

IEC 61375-1, *Electronic railway equipment - Train communication network (TCN) - Part 1: General architecture*

ISO 3744, *Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*

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 7010, *Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Registered safety signs*, available at <https://www.iso.org/obp>

ISO 9227, *Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests*

ISO 14687, *Hydrogen fuel quality - Product specification*

ISO 21106, *Railway applications - Recyclability and recoverability calculation method for rolling stock*

ISO 23828, *Fuel cell road vehicles - Energy consumption measurement - Vehicles fuelled with compressed hydrogen*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	5
INTRODUCTION.....	7
1 Domaine d'application	9
2 Références normatives	9
3 Termes, définitions et abréviations	11
3.1 Termes et définitions	11
3.2 Abréviations.....	24
4 Configuration du système à pile à combustible	24
4.1 Définition du système à pile à combustible.....	24
4.2 Sous-systèmes du système à pile à combustible.....	25
4.3 Distribution de puissance sur un FCPS	25
4.4 État type du système à pile à combustible	26
5 Exigences relatives à l'environnement	26
5.1 Généralités	26
5.2 Cas d'utilisation spécifique.....	27
5.2.1 Installation sur le toit	27
5.2.2 Tunnels	27
5.2.3 Limitation des performances à des températures ambiantes basses et élevées.....	28
5.2.4 Limites de performance à haute altitude	28
6 Exigences d'interface	29
6.1 Généralités	29
6.2 Interfaces fluidiques.....	29
6.2.1 Alimentation en combustible	29
6.2.2 Alimentation en oxydant	29
6.2.3 Liquide de refroidissement.....	29
6.2.4 Entrées d'air	30
6.2.5 Échappement	30
6.3 Interfaces électriques.....	30
6.3.1 Généralités	30
6.3.2 Interface de puissance principale.....	31
6.3.3 Interfaces d'alimentation auxiliaire et de communication	31
7 Exigences de performances.....	32
7.1 Généralités	32
7.2 Dimensionnement du système à pile à combustible	32
7.3 Profil de charge	33
7.4 Exigences opérationnelles	33
7.4.1 Exigences relatives au mode normal.....	33
7.4.2 Exigences relatives au mode dégradé	33
7.5 Calculs du rendement électrique et de la consommation d'hydrogène	33
7.6 Exigences relatives à la durée de vie	33
7.7 Performances en fin de vie	34
7.8 Tenue de la tension	34
8 Exigences de conception	34
8.1 Généralités	34
8.2 Exigences concernant le FCPM	35

8.3	Exigences concernant le FMS	35
8.3.1	Exigence de conception	35
8.3.2	Exigence fonctionnelle	36
8.4	Exigences concernant l'OMS	37
8.4.1	Généralités	37
8.4.2	Conduites non métalliques	37
8.4.3	Surpression	37
8.4.4	Qualité de l'oxydant et dispositif de filtrage	37
8.5	Exigences concernant le TMS	38
8.5.1	Exigences de conception	38
8.5.2	Exigences fonctionnelles	39
8.6	Exigences concernant l'ExMS	40
8.6.1	Dégagement d'hydrogène	40
8.6.2	Eau résiduelle	40
8.7	Exigences concernant l'EPMS	40
8.7.1	Généralités	40
8.7.2	Câblage	40
8.7.3	Courant d'ondulation	41
8.7.4	Alimentation en puissance électrique	41
8.7.5	Moteurs auxiliaires	41
8.7.6	Opérations de maintenance légère	41
8.8	Exigences concernant le MCS	41
8.8.1	Matériel	41
8.8.2	Logiciel	41
8.9	Exigences mécaniques	42
8.9.1	Intégration mécanique	42
8.9.2	Conception mécanique	42
8.9.3	Ensembles boulonnés	43
8.9.4	Degré de protection	43
8.9.5	Chocs et vibrations	43
8.10	Exigences relatives à la recyclabilité	43
8.11	Documentation	44
8.12	Autres	45
8.12.1	Exigences en matière d'émission de bruit	45
8.12.2	Exigences en matière de compatibilité électromagnétique (CEM)	45
9	Exigences de sécurité, de fiabilité et de protection	45
9.1	Fiabilité	45
9.2	Sécurité	46
9.2.1	Analyse de sécurité	46
9.2.2	Identification des dangers	46
9.2.3	Mesures préventives pour la maintenance et le stockage	47
9.2.4	Gestion des risques liés à l'hydrogène	47
9.2.5	Incendie, fumée, inflammabilité	49
9.2.6	Choc électrique	49
9.2.7	Logiciel	49
10	Marquage et étiquetage	50
10.1	Symboles de sécurité	50
10.1.1	Enveloppe du FCPS	50
10.1.2	Autres emplacements à l'intérieur de l'enveloppe du FCPS	50

10.2	Plaque signalétique	50
10.2.1	Enveloppe du FCPS	50
10.2.2	Plaques signalétiques sur les sous-ensembles à l'intérieur de la caisse de groupement	51
11	Installation et maintenance	51
11.1	Généralités	51
11.2	Installation	51
11.3	Maintenance	51
11.3.1	Généralités	51
11.3.2	Accessibilité pour les opérations de maintenance	51
11.3.3	Documentation technique	51
12	Conditions de stockage et de transport du FCPS	53
12.1	Généralités	53
12.2	Transport	53
12.3	Stockage	53
13	Essai	53
13.1	Généralités	53
13.2	Mesurages des paramètres	54
13.3	Tolérances de mesure relatives aux paramètres	54
13.4	Conditions de référence des essais	54
13.4.1	Conditions d'installation et de fonctionnement du système	54
13.4.2	Qualité de l'hydrogène	54
13.4.3	Qualité de l'alimentation de puissance	54
13.5	Essai de type	54
13.5.1	Généralités	54
13.5.2	Vérifications visuelles	54
13.5.3	Masse	55
13.5.4	Essai du réseau de communication	55
13.5.5	Essai de résistance à la tension diélectrique	55
13.5.6	Impédance d'isolement (facultative)	55
13.5.7	Essais fonctionnels des sous-équipements (facultatifs)	55
13.5.8	Essai de fonctionnement pour les opérations stabilisées	55
13.5.9	Essai de fonctionnement pour les opérations dynamiques	56
13.5.10	Essai de courbe de polarisation	56
13.5.11	Essai de profil de charge	56
13.5.12	Essai de fuite d'hydrogène	56
13.5.13	Essai de pression de résistance maximale	56
13.5.14	Essai de concentration de gaz inflammable	56
13.5.15	Essai d'échauffement	57
13.5.16	Essai d'endurance (facultatif)	57
13.5.17	Essai de sécurité dans des conditions anormales	57
13.5.18	Émissions d'hydrogène	57
13.5.19	Essais d'environnement	57
13.5.20	Émissions de bruit acoustique	59
13.5.21	Essai CEM	59
13.5.22	Essais de type au niveau des composants (facultatifs)	59
13.6	Essai individuel de série	59
13.6.1	Vérifications visuelles	59
13.6.2	Essai du réseau de communication	59

13.6.3	Essai diélectrique	59
13.6.4	Essai d'impédance d'isolement (facultatif)	59
13.6.5	Essai en fonctionnement normal	60
13.6.6	Essai de fuite d'hydrogène.....	60
13.6.7	Essai de surpression	60
Annexe A (informative) Modèle de fiche technique.....		61
Annexe B (informative) Lois, réglementations et normes locales applicables		65
B.1	Europe.....	65
B.2	Japon	66
B.3	Chine	66
Bibliographie.....		67
Figure 1 – Hiérarchie des normes associées à l'IEC 63341		8
Figure 2 – Exemple des principaux diagrammes de blocs d'un système à pile à combustible destiné aux applications ferroviaires.....		25
Figure 3 – Distribution de puissance sur un FCPS		26
Figure 4 – Diagramme d'états type du FCPS.....		26
Tableau A.1 – Proposition de modèle de fiche technique		61

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Applications ferroviaires - Systèmes à hydrogène et à pile à combustible pour le matériel roulant - Partie 1: Système à pile à combustible

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

L'IEC 63341-1 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
9/3212/FDIS	9/3254/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.

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, et élaborée selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles à l'adresse suivante: www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents élaborés par l'IEC sont décrits plus en détail sur le site internet: www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63341, publiées sous le titre général *Applications ferroviaires - Systèmes à hydrogène et à pile à combustible pour matériel roulant*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée, ou
- révisée.

INTRODUCTION

Le présent document tient compte des exigences générales applicables à l'ensemble des systèmes à pile à combustible installés à bord du matériel roulant destiné aux applications ferroviaires.

Le comité d'études IEC TC 105 développe la série IEC 62282, qui couvre les technologies génériques des piles à combustible dans différents secteurs industriels:

- la série IEC 62282-2 sur les modules à piles à combustible;
- la série IEC 62282-3 sur les systèmes à piles à combustible stationnaires;
- la série IEC 62282-4 sur les systèmes à piles à combustible pour les groupes auxiliaires de puissance et de propulsion

Ces documents sont souvent génériques et ne couvrent pas les exigences spécifiques aux applications ferroviaires.

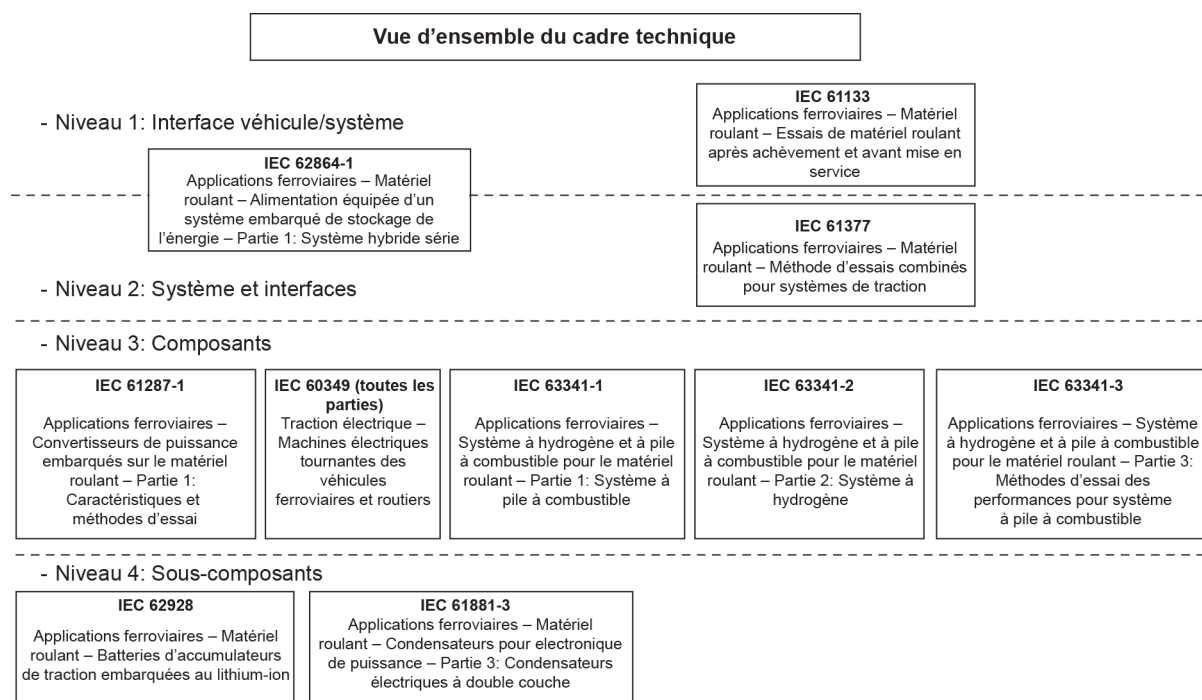
Le présent document a ainsi été élaboré dans le but de spécifier les exigences relatives aux applications ferroviaires.

Le présent document est lié à l'IEC 63341-3, qui spécifie la méthode d'essai de performance pour valider la performance du système à pile à combustible.

Le présent document, ainsi que les autres parties de la série, sont à utiliser conjointement avec les autres normes applicables de l'IEC couvrant les équipements auxiliaires destinés aux applications ferroviaires pour le matériel roulant. En outre, le comité d'études IEC TC 9 a élaboré les normes suivantes pour les sous-systèmes qui sont associés au système à pile à combustible ou qui ont des interfaces avec celui-ci:

- IEC 62864-1:2016, *Applications ferroviaires - Matériel roulant - Alimentation équipée d'un système embarqué de stockage de l'énergie - Partie 1: Système hybride série*
- IEC 61287-1, *Applications ferroviaires - Convertisseurs de puissance embarqués sur le matériel roulant - Partie 1: Caractéristiques et méthodes d'essai*
- IEC 60349 (toutes les parties), *Traction électrique - Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers*
- IEC 62928, *Applications ferroviaires - Matériel roulant - Batteries d'accumulateurs de traction embarquées au lithium-ion*

L'IEC 62864-1:2016 spécifie les exigences générales relatives au système embarqué de stockage de l'énergie au niveau du système. La Figure 1 montre la hiérarchie des normes. Cette liste n'est pas exhaustive.



IEC

Figure 1 – Hiérarchie des normes associées à l'IEC 63341

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63341 s'applique aux systèmes à pile à combustible installés à bord du matériel roulant destiné aux applications ferroviaires (par exemple, véhicules ferroviaires légers, tramways, métros, trains de banlieue, trains régionaux, trains à grande vitesse, locomotives, etc.). Les systèmes à pile à combustible spécifiés dans le présent document sont utilisés pour assurer la puissance de traction et l'alimentation auxiliaire des véhicules ferroviaires tels que les véhicules hybrides, ou bien comme source d'alimentation auxiliaire à bord.

Le présent document s'applique à la technologie de piles à combustible à membrane à échange de protons (PEMFC) qui utilise l'hydrogène comme combustible et l'air comme oxydant.¹

Le présent document ne s'applique pas au système à hydrogène spécifié dans l'IEC 63341-2, car le HFS ne fait pas partie du domaine d'application du présent document.

Le présent document ne s'applique pas au matériel de conversion de puissance qui est spécifié dans l'IEC 61287-1 et ne fait pas partie du domaine d'application du présent document.

Le présent document spécifie:

- le contrat de fourniture et la description des interfaces (fluidiques, électriques, thermiques et mécaniques) du système à pile à combustible;
- la description des conditions d'environnement;
- la spécification et la description de l'ensemble des exigences afin d'assurer la conformité du système à pile à combustible pour les applications ferroviaires;
- le processus de validation du dimensionnement du système à pile à combustible requis pour un profil de charge spécifique;
- les exigences de sécurité, de fiabilité et de protection applicables au moment de la conception du système à pile à combustible pour les applications ferroviaires;
- les exigences relatives au marquage et à l'étiquetage;
- les exigences relatives au stockage, au transport, à l'installation et à la maintenance;
- les essais (essais de type, essais individuels de série et essais d'investigation) requis pour valider le système à pile à combustible.

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 60034-14, *Machines électriques tournantes - Partie 14: Vibrations mécaniques de certaines machines de hauteur d'axe supérieure ou égale à 56 mm - Mesurage, évaluation et limites de l'intensité vibratoire*

¹ Les piles à combustible à membrane à échange de protons sont généralement limitées à moins de 120 °C en raison de la stabilité de la membrane et de l'évaporation de l'eau. Dans la pratique, la limite est de 85 °C à 90 °C dans les applications à haute température pour limiter les dégradations électrochimiques et préserver la durée de vie des systèmes.

Étant données la finesse de la membrane et les faibles pertes de résistance, les piles à combustible à membrane à échange de protons offrent généralement une densité de puissance élevée et présentent l'avantage d'une masse et d'un volume faibles par rapport aux autres types de piles à combustible. Le fonctionnement à basse température leur permet également de démarrer rapidement (moins de temps de préchauffage) ou dans des conditions de gel, ce qui les rend particulièrement adaptées aux applications de transport.

IEC 60077-1, *Applications ferroviaires - Équipements électriques du matériel roulant - Partie 1: Conditions générales de service et règles générales*

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

IEC 60571, *Applications ferroviaires - Équipements électroniques utilisés sur le matériel roulant*

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas*, disponible à l'adresse <http://std.iec.ch/iec60617>

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

IEC 61709, *Composants électriques - Fiabilité - Conditions de référence pour les taux de défaillance et modèles de contraintes pour la conversion*

IEC 61991, *Applications ferroviaires - Matériel roulant - Mesures de protection vis-à-vis des dangers d'origine électrique*

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

IEC 62282-2-100:2020, *Technologies des piles à combustible - Partie 2-100: Modules à piles à combustible - Sécurité*

IEC 62282-3-100:2019, *Technologies des piles à combustible - Partie 3-100: Systèmes à piles à combustible stationnaires - Sécurité*

IEC 62282-4-101:2022, *Technologies des piles à combustible - Partie 4-101: Systèmes à pile à combustible pour chariots de manutention électriques - Sécurité*

IEC 62497-1, *Applications ferroviaires - Coordination de l'isolement - Partie 1: Exigences fondamentales - Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout matériel électrique et électronique*

IEC 62498-1:2010, *Applications ferroviaires - Conditions d'environnement pour le matériel - Partie 1: Équipement embarqué du matériel roulant*

IEC 62635, *Guidelines for end-of-life information provided by manufacturers and recyclers and for recyclability rate calculation of electrical and electronic equipment* (disponible en anglais seulement)

IEC 63341-3:2025, *Applications ferroviaires - Systèmes à pile à combustible pour matériel roulant - Partie 3: Méthodes d'essai des performances pour système à pile à combustible*

IEC 61375-1, *Matériel électronique ferroviaire - Réseau embarqué de train (TCN) - Partie 1: Architecture générale*

ISO 3744, *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 - Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

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 7010, *Symboles graphiques - Couleurs de sécurité et signaux de sécurité - Signaux de sécurité enregistrés*, disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

ISO 9227, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles - Essais aux brouillards salins*

ISO 14687, *Qualité du carburant hydrogène - Spécification de produit*

ISO 21106, *Applications ferroviaires - Méthode de calcul de recyclabilité et valorisabilité pour matériel roulant*

ISO 23828, *Véhicules routiers avec pile à combustible - Mesurage de la consommation d'énergie - Véhicules alimentés par hydrogène comprimé*