IEC 61991

Edition 2.0 2019-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Railway applications – Rolling stock –
Protective provisions against electrical hazards

Applications ferroviaires – Matériel roulant –
Dispositions de protection contre les dangers électriques



IEC 61991:2019-05(en-fr)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC
The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications
The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform
The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary
67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC
La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC
Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform
La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary
67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

IEC 61991

Edition 2.0 2019-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Railway applications – Rolling stock – Protective provisions against electrical hazards

Applications ferroviaires – Matériel roulant – Dispositions de protection contre les dangers électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 45.060.01

ISBN 978-2-8322-6596-3

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

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

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms, definitions and abbreviated terms 8
3.1 Terms and definitions 8
3.1.1 Definitions concerning persons 8
3.1.2 Other definitions 8
3.2 Abbreviated terms 12
4 Classification of voltage bands 12
4.1 General principles 12
4.2 Connections between circuits 13
4.3 Exceptions 13
5 Protective provisions against direct contact 14
5.1 General 14
5.2 Protection by insulation 14
5.3 Protection by prevention of access 14
5.3.1 Voltages in bands I to III 14
5.3.2 Voltages in band IV 15
5.4 Protection by the use of band I (ELV) 16
5.4.1 Requirements for systems of band I (SELV and PELV) 16
5.4.2 Additional requirements for SELV 16
5.4.3 Additional requirements for PELV 16
5.5 Warning labels 16
6 Protective provisions against indirect contact 17
6.1 General 17
6.2 Protective bonding 17
6.2.1 General 17
6.2.2 Equipotential bond 17
6.2.3 Protective bonding rating 17
6.2.4 Sliding contacts 18
6.3 Disconnection of the supply 18
6.3.1 Application 18
6.3.2 Disconnection characteristic 18
6.4 Main protective bonding 18
6.4.1 General 18
6.4.2 Bonding paths 18
6.4.3 Impedance 19
6.4.4 Contact line fault 20
6.5 Clarifications and exceptions with reference to indirect contact 20
6.5.1 Parts requiring protective provisions 20
6.5.2 Parts not requiring protective provisions 20
6.5.3 Multi-stage insulation 20
6.5.4 Floating supplies 21
6.5.5 Insulated wheel or levitation systems without a protective conductor 21
6.6 Additional requirements – Bearings 21

7 Power circuit 21
7.1 General principles 21
7.2 Power circuit insulated from the vehicle body or bogie 22
7.3 Power circuit using the vehicle body or bogie 22
8 Additional requirements 22
8.1 General 22
8.2 Current collectors 22
8.3 Capacitors 22
8.4 Plug and socket devices 23
8.4.1 Portable apparatus 23
8.4.2 Vehicle and intervehicle connectors 23
8.5 Special sources 24
8.5.1 General 24
8.5.2 Live parts not requiring protective provisions 24
8.5.3 Live parts requiring protective provisions 24
Annex A (normative) List of items where contracting parties shall co-operate 25
Annex B (informative) Special national conditions 26
B.1 General 26
B.2 France 26
B.3 Great Britain 26
B.3.1 Operate over 750 V DC third rail electrified lines 26
B.3.2 Bonding between rail vehicle main body to bogie 26
B.3.3 Intervehicle bonding 27
B.4 Japan 27
B.4.1 General 27
B.4.2 [6.4.4] Contact line fault 27
B.4.3 [8.4.1] Portable apparatus 27
Annex C (informative) Example solutions for impedance management in electric multiple units (EMUs) 28
C.1 Preventing absorption of return current in EMUs 28
C.2 Examples of solutions 29
Bibliography 30

Figure C.1 – Concentration of return current 28
Figure C.2 – Attach earth resistors for long-length EMUs preventing current absorption 28

Table 1 – Voltage bands 13
Table 2 – Maximum impedance between each vehicle body of a unit and protective conductor of the fixed installation 19
Table B.1 – Voltage bands 26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –

Protective provisions against electrical hazards

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.

International Standard IEC 61991 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 2000. This edition constitutes a technical revision. It is based on EN 50153:2014.

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

a) Replacement of several reference standards.
b) Several terms and abbreviated terms are introduced;
c) Table 2 – Voltage bands for France is moved to Annex B as Table B.1, Table 3 – Voltage bands for Italy is deleted;
d) Annex B and Annex C are introduced.
e) Annex B includes special national conditions.

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

FDIS	Report on voting
9/2467/FDIS	9/2487/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "http://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

It is generally accepted that safety depends on human factors, based on the normal behaviour of the operators involved, as well as upon technical factors.

For these reasons, this document leaves a choice to the contracting parties between two alternatives in several instances. These alternatives consist of either the provision of operating rules, regulations and procedures, or the application of technical measures such as mechanical or electrical interlocking devices.

A list of the cases for which the contracting parties (e.g. user and manufacturer) shall reach agreement before signing the contract is included in Annex A.

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –

Protective provisions against electrical hazards

1 Scope

This document defines requirements applied in the design and manufacture of electrical installations and equipment to be used on rolling stock to protect persons from electric shocks.

This document is applicable to rolling stock of rail transport systems, road transport systems if they are powered by an external supply (e.g. trolley buses), magnetically levitated transport systems, and to the electrical equipment installed in these systems.

This document does not apply to:

– mine railways in mines,
– crane installations, moving platforms and similar transport systems on rails,
– funicular railways,
– temporary constructions.

The requirements for the fixed installations about the protection against the vehicles' potential are not covered in this document.

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 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC TS 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

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

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61310-1, *Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals*

IEC 62128-1:2013, *Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 1: Protective provisions against electric shock*

IEC 62313, *Railway applications – Power supply and rolling stock – Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 34
INTRODUCTION 36
1 Domaine d'application 37
2 Références normatives 37
3 Termes, définitions et termes abrégés 38
3.1 Termes et définitions 38
3.1.1 Définitions concernant les personnes 38
3.1.2 Autres définitions 38
3.2 Termes abrégés 42
4 Classification des classes de tension 42
4.1 Principes généraux 42
4.2 Connexions entre circuits 43
4.3 Exceptions 43
5 Mesures de protection contre les contacts directs 44
5.1 Généralités 44
5.2 Protection par isolation 44
5.3 Protection par prévention d'accès 44
5.3.1 Tensions des classes I à III 44
5.3.2 Tensions de la classe IV 45
5.4 Protection par l'emploi de la classe I (TBT) 46
5.4.1 Exigences pour les systèmes de la classe I (TBTS et TBTP) 46
5.4.2 Exigences supplémentaires pour TBTS 47
5.4.3 Exigences supplémentaires pour TBTP 47
5.5 Avertissements de sécurité 47
6 Mesures de protection contre les contacts indirects 47
6.1 Généralités 47
6.2 Liaison de protection 48
6.2.1 Généralités 48
6.2.2 Liaison équipotentielle 48
6.2.3 Dimensionnement de la liaison de protection 48
6.2.4 Contacts glissants 48
6.3 Coupure de l'alimentation 48
6.3.1 Application 48
6.3.2 Caractéristique de coupure 49
6.4 Liaisons principales de protection 49
6.4.1 Généralités 49
6.4.2 Circuits de liaison 49
6.4.3 Impédance 50
6.4.4 Défaut de ligne de contact 50
6.5 Clarifications et exceptions avec référence aux contacts indirects 51
6.5.1 Parties nécessitant des mesures de protection 51
6.5.2 Parties ne nécessitant pas de mesures de protection 51
6.5.3 Isolation multi-niveaux 51
6.5.4 Alimentations flottantes 51
6.5.5 Systèmes à roues isolées ou à sustentation sans un conducteur de protection 52

6.6 Exigences complémentaires – Roulements 52
7 Circuit de puissance 52
7.1 Principes généraux 52
7.2 Circuit de puissance isolé de la caisse du véhicule ou du bogie 53
7.3 Circuit de puissance passant par la caisse du véhicule ou par le bogie 53
8 Exigences complémentaires 53
8.1 Généralités 53
8.2 Captage de courant 53
8.3 Condensateurs 54
8.4 Prises fixes et mobiles 54
8.4.1 Appareils portables 54
8.4.2 Connecteurs sur le véhicule et entre véhicules 55
8.5 Sources particulières 55
8.5.1 Généralités 55
8.5.2 Parties sous tension ne nécessitant pas de mesures de protection 55
8.5.3 Parties sous tension nécessitant des mesures de protection 55
Annexe A (normative) Liste des éléments pour lesquels les parties contractantes doivent coopérer 56
Annexe B (informative) Conditions nationales particulières 57
B.1 Généralités 57
B.2 France 57
B.3 Grande-Bretagne 57
B.3.1 Fonctionnement sur des lignes électrifiées par troisième rail à 750 V CC 57
B.3.2 Liaison entre la caisse principale du véhicule ferroviaire et le bogie 57
B.3.3 Liaisons entre véhicules 58
B.4 Japon 58
B.4.1 Généralités 58
B.4.2 [6.4.4] Défaut de ligne de contact 58
B.4.3 [8.4.1] Appareils portables 58
Annexe C (informative) Exemples de solutions pour la gestion de l'impédance dans les rames électriques multiples (EMU) 59
C.1 Prévenir l'absorption du retour de courant dans les EMU 59
C.2 Exemples de solutions 60
Bibliographie 61

Figure C.1 – Concentration du retour de courant 59
Figure C.2 – Attache des résistances de terre pour les EMU longs pour prévenir l'absorption du courant 59

Tableau 1 – Classes de tension 43
Tableau 2 – Impédance maximale entre chaque caisse de véhicule d'une rame et le conducteur de protection de l'installation fixe 50
Tableau B.1 – Classes de tension 57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –

Dispositions de protection contre les dangers électriques

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique 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'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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61991 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 2000. Cette édition constitue une révision technique. Elle est basée sur l'EN 50153:2014.

Cette édition inclut les changements techniques significatifs suivants par rapport à l'édition précédente:

a) Remplacement de plusieurs références de normes.
b) Ajout de plusieurs termes et termes abrégés.
c) Le Tableau 2 – Classes de tension pour la France est déplacé dans l'Annex B comme Tableau B.1, le Tableau 3 – Classes de tension pour l'Italie est supprimé.

d) L’Annexe B et l’Annexe C sont introduites.

e) L’Annexe B inclut des conditions nationales particulières.

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

FDIS	Rapport de vote
9/2467/FDIS	9/2487/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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 "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

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

INTRODUCTION

Il est généralement admis que la sécurité dépend de facteurs humains, reposant sur le comportement normal des opérateurs impliqués, ainsi que de facteurs techniques.

C’est pour cette raison que, dans certains cas, le présent document laisse aux parties contractantes le choix entre deux possibilités. Ces possibilités correspondent, d'une part à la mise en place de modes opératoires, règlementations ou procédures, et d'autre part à la prise de mesures techniques comme des dispositifs de verrouillage mécaniques ou électriques.

Une liste des cas pour lesquels les parties contractantes (c'est-à-dire l'utilisateur et le fabricant) doivent conclure un accord préalable au contrat est donnée en Annexe A.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –

Dispositions de protection contre les dangers électriques

1 Domaine d'application

Le présent document définit les exigences appliquées, dans la conception et la fabrication des installations et équipements électriques à utiliser sur le matériel roulant, pour la protection des personnes contre les chocs électriques.

Le présent document est applicable aux matériels roulants des systèmes de transport sur rails, aux systèmes de transport routier, s'ils sont alimentés par une source extérieure (trolleybus), aux systèmes de transport à sustentation magnétique et aux équipements électriques installés dans ces systèmes.

Le présent document ne s'applique pas aux:

– chemins de fer miniers,
– installations de grues, plates-formes mobiles et systèmes de transport similaires sur rails,
– funiculaires,
– constructions provisoires.

Les exigences pour les installations fixes sur la protection contre le potentiel des véhicules ne sont pas couvertes dans le présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

IEC TS 60479-1, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

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

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61310-1, *Sécurité des machines – Indication, marquage et manœuvre – Partie 1: Exigences pour les signaux visuels, acoustiques et tactiles*

IEC 62128-1:2013, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour – Partie 1: Mesures de protection contre les chocs électriques*

IEC 62313, *Applications ferroviaires – Alimentation électrique et matériel roulant – Critères techniques pour la coordination entre le système d'alimentation (sous-station) et le matériel roulant*