



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) –
Part 2-6: On-board to ground communication**

**Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) –
Partie 2-6: Communication train-sol**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 45.060.01

ISBN 978-2-8322-5611-4

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, symbols, abbreviated terms and conventions	12
3.1 Terms and definitions.....	12
3.2 Symbols and abbreviated terms	19
3.3 State diagram conventions.....	21
4 Board to Ground Communication system architecture.....	21
4.1 General.....	21
4.2 Requirements	21
4.3 Mobile communication network architecture	23
4.3.1 General	23
4.3.2 On-board network interface	23
4.4 System breakdown structure	24
4.4.1 General	24
4.4.2 System breakdown structure at board-to-ground system level.....	25
4.4.3 System breakdown structure at MCG sub-system level.....	25
4.4.4 System breakdown structure at GCG sub-system level.....	25
4.5 Functional breakdown structure	25
4.6 Mobile Communication Gateway	26
4.6.1 Architecture	26
4.6.2 Mobile communication gateway	28
4.7 Mobile communication redundancy	30
4.7.1 General	30
4.7.2 Full performance redundancy	31
4.7.3 Reduced performance redundancy	31
4.8 Train composition changes	31
4.9 Security	32
4.9.1 Security zones.....	32
4.9.2 Security measures	33
4.9.3 Authentication authorization accounting model	35
4.9.4 Network and MCG classification	37
5 Communication framework	39
5.1 General.....	39
5.2 MCG broker service architecture.....	39
5.3 Addressing concept	40
5.3.1 Use cases.....	40
5.3.2 Consist and train Identification.....	41
5.3.3 T2G Network Borders	41
5.3.4 T2G basic minimum network.....	41
5.3.5 T2G addressing	42
5.3.6 HTTP-URI.....	44
5.4 Data classes for T2G communication	45
5.4.1 General	45
5.4.2 Communication channel establishment.....	45

5.4.3	Message data	45
5.4.4	Process data	46
5.4.5	Stream Data	47
5.4.6	Best effort data	47
5.5	Communication protocol.....	48
5.5.1	General	48
5.5.2	HTTP(S)	48
5.5.3	MQTT (Option)	50
5.6	Communication services	51
5.6.1	General	51
5.6.2	Message data communication service.....	51
5.6.3	File transfer communication service.....	55
6	Services and interfaces (MCG)	76
6.1	Overview.....	76
6.1.1	MCG system service architecture	76
6.1.2	MCG / GCG system service interfaces.....	77
6.1.3	MCG / GCG communication relationship.....	78
6.2	Service provisioning.....	78
6.3	MCG / GCG system service description	79
6.3.1	Communication Services	79
6.3.2	Train Location Service (Option)	82
6.3.3	Train Information Service.....	88
6.3.4	MCG Network Selector Service.....	92
6.3.5	Train telemetry service (Option).....	94
6.3.6	MCG Train Wake-up Service (Option).....	104
7	Services and interfaces (GCG)	105
7.1	GCG Overview.....	105
7.2	GCG Addressing.....	107
7.2.1	Wireless MCG Interface.....	107
7.2.2	Ground GCG Interface.....	107
7.3	GCG Implementation	108
7.3.1	General (informative).....	108
7.3.2	GCG Availability	108
7.3.3	GCG Workload	108
7.3.4	GCG Security	108
7.4	GCG services	108
7.4.1	GCG services protocol.....	108
7.4.2	GCG Fleet Database	108
7.4.3	MCG-GCG services	109
7.4.4	File transfer communication service.....	109
7.4.5	Local Ground GCG Interface.....	109
7.4.6	Home GCG – Foreign GCG services.....	110
7.4.7	Public Ground GCG services	110
Annex A (normative)	Message presentation	111
A.1	General.....	111
A.2	Transmission rules.....	111
A.3	Generic message	111
Annex B (normative)	Telemetry data coding and ordering	112

B.1	General.....	112
B.2	MQTT payload coding.....	112
B.3	Variables grouping and ordering criterion.....	113
	Bibliography.....	116
Figure 1	– Train on-board communication system (example).....	23
Figure 2	– Ground communication system (example).....	24
Figure 3	– Option 1: End device board to ground communication via MCG.....	27
Figure 4	– Option 2: End Device board to ground communication via dedicated interface.....	28
Figure 5	– MCG abstract model block diagram.....	29
Figure 6	– MCG configured as ALG.....	29
Figure 7	– Architectural example of redundant Board to Ground communication.....	30
Figure 8	– Security zones (simplified).....	33
Figure 9	– Authentication, authorization and accounting model.....	36
Figure 10	– MCG connecting open and closed transmission systems.....	38
Figure 11	– MCG broker service architecture.....	40
Figure 12	– Minimum Train to Ground Network Setup.....	41
Figure 13	– A train consisting of four vehicles.....	42
Figure 14	– Communication stacks.....	49
Figure 15	– HTTP(S) MD communication pattern.....	49
Figure 16	– HTTP(S) request/event.....	50
Figure 17	– HTTP(S) response.....	50
Figure 18	– Message Data exchange (example).....	52
Figure 19	– Message Data telegram structure.....	53
Figure 20	– File upload example.....	56
Figure 21	– Error case: No ComID 203 received.....	61
Figure 22	– Error case: no ComID 206 received, no file uploaded to the wayside.....	62
Figure 23	– Error Case: No ComID 206 received, file uploaded to the wayside.....	63
Figure 24	– Error Case: No ComID 207 received.....	64
Figure 25	– File download example.....	65
Figure 26	– Error case: no ComID 209 received.....	71
Figure 27	– Error case: no ComID 211 received.....	72
Figure 28	– Error case: no ComID 210 received.....	73
Figure 29	– Service architecture.....	77
Figure 30	– Service interfaces.....	78
Figure 31	– Procedure to establish the radio link from MCG.....	80
Figure 32	– Procedure to establish the radio link from GCG.....	80
Figure 33	– Procedure to update the ground DNS server.....	81
Figure 34	– Example architecture to provide the train location.....	83
Figure 35	– Example procedure to notify about current train location.....	84
Figure 36	– Example architecture to notify about train information.....	88
Figure 37	– Example procedure to notify about train information.....	89
Figure 38	– Illustration of network selector.....	93

Figure 39 – Architecture to provide telemetry data	94
Figure 40 – Procedure to notify about current train location	95
Figure 41 – Example Procedure to wake up the train	104
Figure 42 – Train to Ground interfaces	106
Figure B.1 – MQTT notification payload format	112
Figure B.2 – Example of ordering criteria	114
Figure B.3 – Example of values grouping	114
Table 1 – Board to ground requirements	22
Table 2 – Board-to-ground system breakdown	25
Table 3 – MCG sub-system breakdown	25
Table 4 – GCG sub-system breakdown	25
Table 5 – An example of the MCG function breakdown	26
Table 6 – An example of the GCG function breakdown	26
Table 7 – Device – status of implementation of the TIS	31
Table 8 – Composition – status of implementation of the TIS	31
Table 9 – Security measures	34
Table 10 – MCG categories	37
Table 11 – Security requirements	38
Table 12 – TCN-URI global DNS zone	44
Table 13 – Recommended service parameters for message data	46
Table 14 – Recommended service parameters for process data	47
Table 15 – Recommended service parameters for stream data	47
Table 16 – Recommended service parameters for best effort data	48
Table 17 – HTTP(S) parameters request/response pattern	50
Table 18 – General MD Header	53
Table 19 – General MD Body	54
Table 20 – MD Checksum	54
Table 21 – Message types	54
Table 22 – Message representation	55
Table 23 – File transfer terminology	55
Table 24 – ComID 202: MD header telegram values	57
Table 25 – ComID 202: MD body telegram values	57
Table 26 – ComID 202: MD body: mdPayload object	58
Table 27 – ComID 203: MD header telegram values	58
Table 28 – ComID 203: MD body telegram values	58
Table 29 – ComID 203: MD body: mdPayload object	59
Table 30 – ComID 206: MD header telegram values	59
Table 31 – ComID 206: MD body telegram values	59
Table 32 – ComID 206: MD body: mdPayload object	60
Table 33 – ComID 207: MD header telegram values	60
Table 34 – ComID 207: MD body telegram values	60
Table 35 – ComID 207: MD body: mdPayload object	61

Table 36 – ComID 208: MD header telegram values	66
Table 37 – ComID 208: MD Body telegram values	66
Table 38 – ComID 208: MD Body: mdPayload object	67
Table 39 – ComID 209: MD header telegram values	67
Table 40 – ComID 209: MD Body telegram values	68
Table 41 – ComID 209: MD Body: mdPayload object	68
Table 42 – ComID 210: MD header telegram values	68
Table 43 – ComID 210: MD Body telegram values	69
Table 44 – ComID 210: MD Body: mdPayload object	69
Table 45 – ComID 211: MD header telegram values	69
Table 46 – ComID 211: MD Body telegram values	69
Table 47 – ComID 211: MD Body: mdPayload object	70
Table 48 – Main parts of dITarget URI	74
Table 49 – Main parts of host element	74
Table 50 – Valid “device” label values	75
Table 51 – Valid “vehicle” label values	75
Table 52 – Valid “consist” label values	75
Table 53 – Valid “closed train” label values	76
Table 54 – Valid “train” label values	76
Table 55 – Exemplary dITarget values	76
Table 56 – ComID 240: Capability message	81
Table 57 – ComID 240: MD event body telegram values	82
Table 58 – ComID 240: MD event body: mdPayload object	82
Table 59 – ComID 230: MD request header telegram values	85
Table 60 – ComID 230: MD request body telegram values	85
Table 61 – ComID 230: MD request body: mdPayload object	85
Table 62 – ComID 230: MD reply header telegram values	86
Table 63 – ComID 230: MD reply body telegram values	86
Table 64 – ComID 230/232: MD reply/notification body: mdPayload object	86
Table 65 – Example of latitude/longitude with proposed fixed point notation	87
Table 66 – ComID 232: MD header telegram values	87
Table 67 – ComID 232: MD Body telegram values	87
Table 68 – ComID 234: MD request header telegram values	90
Table 69 – ComID 234: MD request body telegram values	90
Table 70 – ComID 234: MD request body: mdPayload object	90
Table 71 – ComID 234: MD reply header telegram values	90
Table 72 – ComID 234: MD reply body telegram values	91
Table 73 – ComID 234: MD reply body: mdPayload object	91
Table 74 – ComID 236: MD header telegram values	92
Table 75 – ComID 236: MD Body telegram values	92
Table 76 – ComID 240: MD request header telegram values	96
Table 77 – ComID 240: MD request Body telegram values	96
Table 78 – ComID 240: MD reply header telegram values	97

Table 79 – ComID 240: MD reply body telegram values	97
Table 80 – ComID 240: MD reply body: mdPayload object	97
Table 81 – ComID 242: MD request header telegram values	98
Table 82 – ComID 242: MD request Body telegram values	98
Table 83 – ComID 242: MD request body: mdPayload object	99
Table 84 – ComID 242: MD reply header telegram values	99
Table 85 – ComID 242: MD reply body telegram values	100
Table 86 – ComID 242: MD reply body: mdPayload object	100
Table 87 – ComID 243: MD request header telegram values	101
Table 88 – ComID 243: MD request Body telegram values	101
Table 89 – ComID 243: MD request body: mdPayload object	101
Table 90 – ComID 244: MD request header telegram values	102
Table 91 – ComID 244: MD request Body telegram values	102
Table 92 – ComID 244: MD request body: mdPayload object	102
Table 93 – ComID 244: MD reply header telegram values	102
Table 94 – ComID 244: MD reply body telegram values	102
Table 95 – ComID 244: MD reply body: mdPayload object	103
Table 96 – ComID 245: MD request header telegram values	103
Table 97 – ComID 245: MD request Body telegram values	103
Table 98 – ComID 245: MD request body: mdPayload object	104
Table 99 – ComID 238: twsWakeUp MD event header	105
Table 100 – ComID 238: twsWakeUp MD event body	105
Table 101 – ComID 238: twsWakeUp MD event body: mdPayload object	105
Table B.1 – Example of values decoding	115

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT –
TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –**

Part 2-6: On-board to ground communication

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 61375-2-6 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

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

FDIS	Report on voting
9/2374/FDIS	9/2402/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.

A list of all parts in the IEC 61375 series, published under the general title *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN)*, 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 "<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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

Considering that the TCN series includes IEC 61375-2-3: *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 2-3: TCN communication profile*, references to this document are given when the case applies.

This document follows the ISO-OSI model.

This document does not cover the specification of the radio technologies and protocols relevant to the wireless communication between train and ground.

In the preparation of this document, the following main use cases, which the train to ground communication applies to, were considered:

- a) Commissioning application
 - 1) Operational Application.
 - 2) Mission data application.
 - 3) Driver Assistance Application.
 - 4) Energy Meter Application.
- b) Maintenance application
 - 1) Configuration data application.
 - 2) Monitoring train status (e.g. telemetry).
 - 3) Diagnostic data application.
 - 4) Event Recorder Application.
- c) Multimedia application
 - 1) Passenger information application.
 - 2) Passenger entertainment application.
 - 3) Electronic ticketing application.
 - 4) CCTV and video-surveillance.

ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT – TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –

Part 2-6: On-board to ground communication

1 Scope

This part of IEC 61375 establishes the specification for the communication between the on-board subsystems and the ground subsystems.

The communication system, interfaces and protocols are specified as a mobile communication function, using any available wireless technology.

This document provides requirements in order to:

- a) select the wireless network on the basis of QoS parameters requested by the application;
- b) allow TCMS and/or OMTS applications, installed on-board and communicating on the on-board communication network, to have a remote access to applications running on ground installations;
- c) allow applications running on ground installations to have a remote access to the TCMS and/or OMTS applications installed on-board.

This document specifies further requirements which allow the applications running on-board and the applications running on ground to connect each other applying the virtual/functional addressing mechanism specified by IEC 61375-2-3 and exchanging application data sets produced or consumed by the on-board functions implemented in the devices attached to the TCN network.

Furthermore, this document covers the security requirements in order to grant the access only to authenticated and authorised applications and to allow encryption of exchanged data.

The communication of safety related data between on-board applications and ground applications are out of the scope of this International Standard as well as Internet connectivity service for passengers.

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 61375-1:2012, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 1: General architecture*

IEC 61375-2-3:2015, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 2-3: TCN communication profile*

IEC 61375-3-4, *Electronic railway equipment – Train communication network (TCN) – Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)*

IEC 62280, *Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related communication in transmission systems*

IEC 62443 (all parts), *Industrial communication networks – Network and system security*

IEC 62443-3-3, *Industrial communication networks – Network and system security – Part 3-3: System security requirements and security levels*

IEC 62580-1, *Electronic railway equipment – On-board multimedia and telematic subsystems for railways – Part 1: General architecture*

ISO/IEC 20922:2016, *Information technology – Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) v3.1.1*

IEEE 802.3, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access*

IEEE 802.11:2016, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*

IEEE 802.1X:2010, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Port-Based Network Access Control*

RFC 2136, *Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE)*

RFC 2616, *Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1*

RFC 2818, *HTTP Over TLS*

RFC 3986, *Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax*

RFC 4627, *The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON)*

RFC 7159, *The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	125
INTRODUCTION.....	127
1 Domaine d'application	128
2 Références normatives	128
3 Termes, définitions, symboles, termes abrégés et conventions	129
3.1 Termes et définitions	129
3.2 Symboles et termes abrégés.....	136
3.3 Conventions de diagramme d'état	139
4 Architecture de système de communication train-sol.....	139
4.1 Généralités	139
4.2 Exigences	139
4.3 Architecture de réseau de communication mobile.....	141
4.3.1 Généralités	141
4.3.2 Interface de réseau embarqué	141
4.4 Structure de décomposition de système	142
4.4.1 Généralités	142
4.4.2 Structure de décomposition de système au niveau système train-sol	143
4.4.3 Structure de décomposition de système au niveau sous-système de MCG	143
4.4.4 Structure de décomposition de système au niveau sous-système de GCG	143
4.5 Structure de décomposition fonctionnelle	144
4.6 Passerelle de communication mobile	145
4.6.1 Architecture	145
4.6.2 Passerelle de communication mobile	147
4.7 Redondance de communication mobile	149
4.7.1 Généralités	149
4.7.2 Redondance à efficacité totale.....	150
4.7.3 Redondance à efficacité partielle	150
4.8 Modifications de la composition d'un train	150
4.9 Sécurité	151
4.9.1 Zones de sécurité	151
4.9.2 Mesures de sécurité	153
4.9.3 Modèle pour authentification, autorisation et comptabilité	154
4.9.4 Classification du réseau et des MCG	156
5 Référentiel de communication.....	158
5.1 Généralités	158
5.2 Architecture de service de courtage via MCG.....	159
5.3 Concept d'adressage	160
5.3.1 Cas d'utilisation	160
5.3.2 Identification de rame et de train	160
5.3.3 Frontières du réseau T2G.....	160
5.3.4 Réseau minimal de base T2G.....	160
5.3.5 Adressage T2G.....	161
5.3.6 URI HTTP.....	163
5.4 Classes de données pour la communication T2G	164
5.4.1 Généralités	164

5.4.2	Etablissement du canal de communication.....	165
5.4.3	Données de messagerie	165
5.4.4	Données de processus	165
5.4.5	Données de flux.....	166
5.4.6	Données du mode «au mieux».....	167
5.5	Protocole de communication	167
5.5.1	Généralités	167
5.5.2	HTTP(S)	167
5.5.3	MQTT (facultatif)	169
5.6	Services de communication.....	170
5.6.1	Généralités	170
5.6.2	Service de communication Données de messagerie	170
5.6.3	Service de transfert de fichiers	174
6	Services et interfaces (MCG).....	198
6.1	Vue d'ensemble	198
6.1.1	Architecture des services système MCG	198
6.1.2	Interfaces des services système MCG / GCG	199
6.1.3	Relation de communication MCG / GCG	200
6.2	Délivrance des services	200
6.3	Description des services du système MCG / GCG.....	201
6.3.1	Services de communication	201
6.3.2	Service Localisation du train (facultatif)	204
6.3.3	Service Informations sur le train	210
6.3.4	Service Sélecteur de réseau de MCG	215
6.3.5	Service Télémétrie de train (facultatif)	216
6.3.6	Service Réveil du train de MCG (facultatif)	228
7	Services et interfaces (GCG).....	230
7.1	Vue d'ensemble de la GCG	230
7.2	Adressage des GCG	232
7.2.1	Interface MCG sans fil	232
7.2.2	Interface GCG au sol	232
7.3	Mise en œuvre de GCG	233
7.3.1	Généralités (informatives).....	233
7.3.2	Disponibilité d'une GCG.....	233
7.3.3	Capacité de traitement d'une GCG	233
7.3.4	Sécurité d'une GCG.....	233
7.4	Accès aux services d'une GCG	234
7.4.1	Protocole d'accès aux services d'une GCG.....	234
7.4.2	Base de données flotte d'une GCG	234
7.4.3	Services entre MCG et GCG.....	234
7.4.4	Service de transfert de fichiers	235
7.4.5	Interface sol d'une GCG	235
7.4.6	Services entre «Home GCG» et «Foreign GCG»	236
7.4.7	Services publics d'une GCG	236
Annexe A (normative)	Présentation d'un message	237
A.1	Généralités	237
A.2	Règles de transmission.....	237
A.3	Message général	237
Annexe B (normative)	Codage et classement des données télémétriques	238

B.1	Généralités	238
B.2	Codage des données utiles MQTT	238
B.3	Regroupement de variables et critère de classement	239
	Bibliographie.....	242
Figure 1	– Système de communication embarqué de train (exemple).....	141
Figure 2	– Système de communication au sol (exemple).....	142
Figure 3	– Option 1: communication dispositif terminal embarqué-sol via MCG	146
Figure 4	– Option 2: communication dispositif terminal embarqué-sol via une interface dédiée	147
Figure 5	– Schéma fonctionnel du modèle abstrait de MCG	148
Figure 6	– MCG configurée comme une ALG	149
Figure 7	– Exemple d'architecture de communication train-sol redondante.....	149
Figure 8	– Zones de sécurité (simplifiées).....	152
Figure 9	– Modèle pour authentification, autorisation et comptabilité	155
Figure 10	– MCG connectant des systèmes de transmission ouverts et fermés	158
Figure 11	– Architecture de service de courtage via MCG	159
Figure 12	– Configuration minimale du réseau train-sol.....	160
Figure 13	– Train composé de quatre véhicules	161
Figure 14	– Piles de communication.....	168
Figure 15	– Modèle de communication Données de messagerie basé sur HTTP(S).....	168
Figure 16	– Demande/événement HTTP(S).....	169
Figure 17	– Réponse HTTP(S).....	169
Figure 18	– Echange de données de messagerie (exemple)	171
Figure 19	– Structure de télégramme Données de messagerie.....	172
Figure 20	– Exemple de téléchargement de fichiers en liaison montante.....	176
Figure 21	– Cas d'erreur: aucun message ComID 203 reçu.....	182
Figure 22	– Cas d'erreur: aucun message ComID 206 reçu, aucun fichier téléchargé en liaison montante côté sol	183
Figure 23	– Cas d'erreur: aucun message ComID 206 reçu, fichier téléchargé en liaison montante côté sol	184
Figure 24	– Cas d'erreur: aucun message ComID 207 reçu.....	185
Figure 25	– Exemple de téléchargement de fichiers en liaison descendante	186
Figure 26	– Cas d'erreur: aucun message ComID 209 reçu.....	192
Figure 27	– Cas d'erreur: aucun message ComID 211 reçu.....	193
Figure 28	– Cas d'erreur: aucun message ComID 210 reçu.....	194
Figure 29	– Architecture des services	198
Figure 30	– Interfaces des services	200
Figure 31	– Procédure d'établissement de la liaison radio à partir de la MCG	202
Figure 32	– Procédure d'établissement de la liaison radio à partir de la GCG	202
Figure 33	– Procédure de mise à jour du serveur DNS au sol	203
Figure 34	– Exemple d'architecture pour la localisation du train	205
Figure 35	– Exemple de procédure de notification de la localisation actuelle d'un train	206
Figure 36	– Exemple d'architecture de notification des informations sur le train	210

Figure 37 – Exemple de procédure de notification des informations sur le train.....	211
Figure 38 – Illustration du sélecteur de réseau.....	215
Figure 39 – Architecture de fourniture de données télémétriques	217
Figure 40 – Procédure de notification de la localisation actuelle d'un train	218
Figure 41 – Exemple de procédure de réveil du train	229
Figure 42 – Interfaces train-sol	231
Figure B.1 – Format des données utiles de notification MQTT	238
Figure B.2 – Exemple de critères de classement.....	240
Figure B.3 – Exemple de regroupement de valeurs	240
Tableau 1 – Exigences applicables à la communication train-sol.....	140
Tableau 2 – Décomposition de système train-sol	143
Tableau 3 – Décomposition de sous-système de MCG.....	143
Tableau 4 – Décomposition de sous-système de GCG	144
Tableau 5 – Exemple de la décomposition fonctionnelle de la MCG	144
Tableau 6 – Exemple de la décomposition fonctionnelle de la GCG	145
Tableau 7 – Dispositif – Etat de mise en œuvre du TIS.....	151
Tableau 8 – Composition – Etat de mise en œuvre du TIS	151
Tableau 9 – Mesures de sécurité	153
Tableau 10 – Catégories de MCG	157
Tableau 11 – Exigences de sécurité.....	157
Tableau 12 – Zone DNS mondiale d'URI TCN	163
Tableau 13 – Paramètres de service recommandés pour les données de messagerie.....	165
Tableau 14 – Paramètres de service recommandés pour les données de processus.....	166
Tableau 15 – Paramètres de service recommandés pour les données de flux	166
Tableau 16 – Paramètres de service recommandés pour les données du mode «au mieux».....	167
Tableau 17 – Modèle de demande/réponse de paramètres HTTP(S).....	169
Tableau 18 – En-tête Données de messagerie (MD-header) général.....	172
Tableau 19 – Corps Données de messagerie (MD-body) général	173
Tableau 20 – Somme de contrôle Données de messagerie (MD-checksum).....	173
Tableau 21 – Types de messages.....	174
Tableau 22 – Représentation de message	174
Tableau 23 – Terminologie du transfert de fichiers.....	175
Tableau 24 – ComID 202: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	177
Tableau 25 – ComID 202: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	177
Tableau 26 – ComID 202: corps de données de messagerie – objet mdPayload	178
Tableau 27 – ComID 203: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	178
Tableau 28 – ComID 203: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	179
Tableau 29 – ComID 203: corps de données de messagerie – objet mdPayload	179
Tableau 30 – ComID 206: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	179
Tableau 31 – ComID 206: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	180
Tableau 32 – ComID 206: corps de données de messagerie – objet mdPayload	180

Tableau 33 – ComID 207: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	181
Tableau 34 – ComID 207: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	181
Tableau 35 – ComID 207: corps de données de messagerie – objet mdPayload	181
Tableau 36 – ComID 208: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	187
Tableau 37 – ComID 208: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	187
Tableau 38 – ComID 208: corps de données de messagerie – objet mdPayload	188
Tableau 39 – ComID 209: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	189
Tableau 40 – ComID 209: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	189
Tableau 41 – ComID 209: corps de données de messagerie – objet mdPayload	189
Tableau 42 – ComID 210: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	190
Tableau 43 – ComID 210: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	190
Tableau 44 – ComID 210: corps de données de messagerie – objet mdPayload	190
Tableau 45 – ComID 211: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	190
Tableau 46 – ComID 211: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	191
Tableau 47 – ComID 211: corps de données de messagerie – objet mdPayload	191
Tableau 48 – Principales composantes d'un URI dITarget.....	195
Tableau 49 – Principales composantes de l'élément host.....	195
Tableau 50 – Valeurs valides de l'étiquette «device»	196
Tableau 51 – Valeurs valides de l'étiquette «vehicle»	196
Tableau 52 – Valeurs valides de l'étiquette «consist»	197
Tableau 53 – Valeurs valides de l'étiquette «closed train»	197
Tableau 54 – Valeurs valides de l'étiquette «train»	197
Tableau 55 – Exemples de valeurs dITarget.....	198
Tableau 56 – ComID 240: message de capacité	203
Tableau 57 – ComID 240: valeurs du corps du télégramme d'événement de données de messagerie	204
Tableau 58 – ComID 240: corps de l'événement de données de messagerie – objet mdPayload.....	204
Tableau 59 – ComID 230: valeurs d'en-tête du télégramme de demande de données de messagerie	207
Tableau 60 – ComID 230: valeurs du corps du télégramme de demande de données de messagerie	207
Tableau 61 – ComID 230: corps de la demande de données de messagerie – objet mdPayload.....	207
Tableau 62 – ComID 230: valeurs d'en-tête du télégramme de réponse de données de messagerie	208
Tableau 63 – ComID 230: valeurs du corps du télégramme de réponse de données de messagerie	208
Tableau 64 – ComID 230/232: corps de la réponse/notification de données de messagerie – objet mdPayload	209
Tableau 65 – Exemple de latitude/longitude avec proposition de notation à virgule fixe	209
Tableau 66 – ComID 232: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	210
Tableau 67 – ComID 232: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	210
Tableau 68 – ComID 234: valeurs d'en-tête du télégramme de demande de données de messagerie	212

Tableau 69 – ComID 234: valeurs du corps du télégramme de demande de données de messagerie	212
Tableau 70 – ComID 234: corps de la demande de données de messagerie – objet mdPayload.....	212
Tableau 71 – ComID 234: valeurs d'en-tête du télégramme de réponse de données de messagerie	213
Tableau 72 – ComID 234: valeurs du corps du télégramme de réponse de données de messagerie	213
Tableau 73 – ComID 234: corps de la réponse de données de messagerie – objet mdPayload.....	213
Tableau 74 – ComID 236: valeurs d'en-tête du télégramme de données de messagerie.....	214
Tableau 75 – ComID 236: valeurs du corps du télégramme de données de messagerie.....	214
Tableau 76 – ComID 240: valeurs d'en-tête du télégramme de demande de données de messagerie	219
Tableau 77 – ComID 240: valeurs du corps du télégramme de demande de données de messagerie	219
Tableau 78 – ComID 240: valeurs d'en-tête du télégramme de réponse de données de messagerie	220
Tableau 79 – ComID 240: valeurs du corps du télégramme de réponse de données de messagerie	220
Tableau 80 – ComID 240: corps de la réponse de données de messagerie – objet mdPayload.....	221
Tableau 81 – ComID 242: valeurs d'en-tête du télégramme de demande de données de messagerie	222
Tableau 82 – ComID 242: valeurs du corps du télégramme de demande de données de messagerie	222
Tableau 83 – ComID 242: corps de la demande de données de messagerie – objet mdPayload.....	222
Tableau 84 – ComID 242: valeurs d'en-tête du télégramme de réponse de données de messagerie	223
Tableau 85 – ComID 242: valeurs du corps du télégramme de réponse de données de messagerie	223
Tableau 86 – ComID 242: corps de la réponse de données de messagerie – objet mdPayload.....	224
Tableau 87 – ComID 243: valeurs d'en-tête du télégramme de demande de données de messagerie	225
Tableau 88 – ComID 243: valeurs du corps du télégramme de demande de données de messagerie	225
Tableau 89 – ComID 243: corps de la demande de données de messagerie – objet mdPayload.....	225
Tableau 90 – ComID 244: valeurs d'en-tête du télégramme de demande de données de messagerie	226
Tableau 91 – ComID 244: valeurs du corps du télégramme de demande de données de messagerie	226
Tableau 92 – ComID 244: corps de la demande de données de messagerie – objet mdPayload.....	226
Tableau 93 – ComID 244: valeurs d'en-tête du télégramme de réponse de données de messagerie	226
Tableau 94 – ComID 244: valeurs du corps du télégramme de réponse de données de messagerie	227

Tableau 95 – ComID 244: corps de la réponse de données de messagerie – objet mdPayload.....	227
Tableau 96 – ComID 245: valeurs d'en-tête du télégramme de demande de données de messagerie	227
Tableau 97 – ComID 245: valeurs du corps du télégramme de demande de données de messagerie	228
Tableau 98 – ComID 245: corps de la demande de données de messagerie – objet mdPayload.....	228
Tableau 99 – ComID 238: en-tête de l'événement MD twsWakeUp	229
Tableau 100 – ComID 238: corps de l'événement MD twsWakeUp.....	229
Tableau 101 – ComID 238: corps de l'événement de données de messagerie MD twsWakeUp – objet mdPayload.....	230
Tableau B.1 – Exemple de décodage de valeurs	241

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE FERROVIAIRE – RÉSEAU EMBARQUÉ DE TRAIN (TCN) –

Partie 2-6: Communication train-sol

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 61375-2-6 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

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

FDIS	Rapport de vote
9/2374/FDIS	9/2402/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 internationale.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61375, publiées sous le titre général *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN)*, peut être consultée sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site Web de l'IEC sous "<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.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Etant donné que la série de normes sur le réseau embarqué de train inclut l'IEC 61375-2-3: *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 2-3: Profil de communication TCN*, des références à ce document sont données lorsqu'il y a lieu.

Le présent document suit le modèle ISO-OSI.

Le présent document ne couvre pas la spécification des technologies et protocoles radio pertinents pour la communication radio train-sol.

Lors de l'élaboration du présent document, les principaux cas d'utilisation suivants, auxquels la communication train-sol s'applique, ont été pris en considération:

- a) Application de mise en service
 - 1) Application opérationnelle.
 - 2) Application de données de mission.
 - 3) Application d'assistance du conducteur.
 - 4) Application de compteur d'énergie.
- b) Application de maintenance
 - 1) Application de données de configuration.
 - 2) Surveillance d'état de train (par exemple, télémétrie).
 - 3) Application de données de diagnostic.
 - 4) Application d'enregistreur d'événement.
- c) Application multimédia
 - 1) Application d'information des voyageurs.
 - 2) Application de divertissement des voyageurs.
 - 3) Application de billetterie électronique.
 - 4) Système de télévision en circuit fermé (CCTV) et de vidéosurveillance.

MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE FERROVIAIRE – RÉSEAU EMBARQUÉ DE TRAIN (TCN) –

Partie 2-6: Communication train-sol

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61375 couvre la spécification pour la communication entre les sous-systèmes embarqués et les sous-systèmes au sol.

Le système, les interfaces et les protocoles de communication sont spécifiés comme une fonction de communication mobile, utilisant toute technologie radio disponible.

Le présent document spécifie des exigences pour:

- a) sélectionner le réseau radio sur la base des paramètres de Qualité de Service (QoS) requis par l'application;
- b) permettre aux applications du système de contrôle et de gestion de train (TCMS) et/ou du sous-système multimédia et télématique embarqué (OMTS), installées à bord du train et communiquant sur le réseau de communication embarqué, d'avoir un accès à distance aux applications s'exécutant au sol;
- c) permettre aux applications s'exécutant au sol d'avoir un accès à distance aux applications TCMS et/ou OMTS embarquées.

Le présent document spécifie d'autres exigences qui permettent aux applications s'exécutant à bord et aux applications s'exécutant au sol de se connecter les unes aux autres en appliquant le mécanisme d'adressage virtuel/fonctionnel spécifié par l'IEC 61375-2-3 et en échangeant des ensembles de données d'application produits ou exploités par les fonctions embarquées mises en œuvre dans les dispositifs reliés au réseau TCN.

En outre, le présent document couvre les exigences de sécurité afin de n'accorder l'accès qu'à des applications authentifiées et autorisées et de permettre un cryptage des données échangées.

Les communications de données relatives à la sécurité entre des applications embarquées et des applications au sol ne relèvent pas du domaine d'application du présent document de même que le service de connectivité Internet destiné aux voyageurs.

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 61375-1:2012, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 1: Architecture générale*

IEC 61375-2-3:2015, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 2-3: Profil de communication TCN* (disponible en anglais seulement)

IEC 61375-3-4, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) – Partie 3-4: Réseau Ethernet de rame (ECN)*

IEC 62280, *Applications ferroviaires – Systèmes de signalisation, de télécommunication et de traitement – Communication de sécurité dans le système de transmission*

IEC 62443 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Sécurité des systèmes d'automatisation et de commande industrielles*

IEC 62443-3-3, *Industrial communication networks – Network and system security – Part 3-3: System security requirements and security levels* (disponible en anglais seulement)

IEC 62580-1, *Matériel électronique ferroviaire – Sous-systèmes ferroviaires multimédias et télématiques embarqués – Partie 1: Architecture générale*

ISO/IEC 20922:2016, *Technologies de l'information – Transport par télémessure des messages en file d'attente (MQTT) v3.1.1*

IEEE 802.3, *Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access*

IEEE 802.11:2016, *IEEE Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*

IEEE 802.1X:2010, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Port-Based Network Access Control*

RFC 2136, *Dynamic Updates in the Domain Name System (DNS UPDATE)*

RFC 2616, *Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1*

RFC 2818, *HTTP Over TLS*

RFC 3986, *Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax*

RFC 4627, *The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON)*

RFC 7159, *The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format*