



IEC 61375-3-4

Edition 1.0 2014-03

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



---

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

**Matériel électronique ferroviaire – Réseau embarqué de train (TCN) –  
Partie 3-4: Réseau Ethernet de Rame (ECN)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

**XF**

---

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1447-3

**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.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references .....	12
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions .....	13
3.1 Terms and definitions.....	13
3.2 Symbols and abbreviated terms .....	14
3.3 Conventions.....	17
3.3.1 Bit numbering conventions.....	17
3.3.2 Byte order conventions .....	17
3.3.3 Data types .....	17
4 Common part.....	18
4.1 General.....	18
4.2 Architecture .....	18
4.2.1 Network structure .....	18
4.2.2 Network topology.....	19
4.2.3 End Device classes .....	20
4.2.4 Network Device types and Consist Switch classes .....	21
4.3 Data class.....	22
4.4 Functions and services .....	23
4.5 Redundancy.....	24
4.5.1 General .....	24
4.5.2 Definitions .....	25
4.5.3 Redundancy managed at network level.....	25
4.5.4 Redundancy managed at End Device level .....	26
4.6 Quality of service .....	27
4.6.1 General .....	27
4.6.2 Priority level .....	27
4.6.3 Assignment of priority level.....	28
4.6.4 Consist Switch behavior .....	28
4.6.5 Ingress rate limiting .....	28
4.6.6 Egress rate shaping.....	29
4.7 IP address and related definitions .....	29
4.7.1 Consist Network address .....	29
4.7.2 Train Network Address .....	29
4.7.3 Group Address .....	30
4.7.4 Name resolution and naming definitions .....	30
4.8 IP address and network configuration management .....	31
4.8.1 Consist Network address management.....	31
4.8.2 Train network address management .....	31
4.8.3 Static network configuration parameters .....	32
4.8.4 DHCP configuration parameters .....	32
4.8.5 IP address management for TBN redundancy .....	33
4.9 Network Device interface .....	34
4.9.1 General .....	34

4.9.2	Function requirements .....	34
4.9.3	Performance requirements.....	36
4.9.4	Physical Layer .....	36
4.9.5	Link Layer.....	39
4.9.6	Network Layer .....	39
4.9.7	Transport Layer .....	39
4.9.8	Application layers .....	40
4.10	End Device interface.....	40
4.10.1	General .....	40
4.10.2	Physical Layer .....	42
4.10.3	Link Layer.....	43
4.10.4	Network layer .....	43
4.10.5	Transport Layer .....	43
4.10.6	Application layer .....	43
4.11	Gateway functions .....	44
4.11.1	WTB gateway functions .....	44
4.11.2	ETB gateway functions .....	44
4.12	Network management .....	45
4.12.1	ECN network management .....	45
4.12.2	WTB network management.....	45
4.12.3	ETB network management.....	45
5	Conformance test .....	45
Annex A (informative) Reliability and availability comparison between ECN architectures.....		46
A.1	General.....	46
A.2	Failure cases .....	46
A.2.1	Definitions .....	46
A.2.2	Example of failure cases – Linear topology.....	47
A.2.3	Example of failure cases – Parallel networks .....	48
A.2.4	Example of failure cases – Ring topology .....	49
A.2.5	Example of failure cases – Ladder topology.....	50
A.3	Redundancy level of ECN architecture .....	52
A.4	Reliability analysis of redundancy level.....	53
A.5	Redundancy of End Devices .....	55
Annex B (informative) Railway-Network Address Translation (R-NAT) .....		57
B.1	General.....	57
B.2	Local Consist subnet IP address .....	57
B.3	TBN R-NAT.....	58
B.4	Interoperability issue between TBNs .....	58
Annex C (normative) Transceiver with amplified signals protocol definition .....		60
C.1	General.....	60
C.2	Type A: Transceiver with amplified signals for Physical Layer based on IEEE 802.3 (10BASE-T).....	60
C.2.1	General .....	60
C.2.2	Transceiver unit.....	60
C.2.3	Transmission signal characteristics .....	61
C.2.4	Reception signal characteristics .....	64
C.3	Type B: Transceiver with amplified signals for Physical Layer based on IEEE 802.3 (100BASE-TX).....	65

C.3.1	General .....	65
C.3.2	Transceiver unit.....	65
C.3.3	Transmission signal characteristics .....	66
C.3.4	Reception signal characteristics .....	66
Annex D (informative)	Ladder topology protocol definition.....	68
D.1	General.....	68
D.2	Architecture of Consist Network Node .....	68
D.2.1	General .....	68
D.2.2	Concept of ladder topology .....	68
D.2.3	Configuration of ladder topology .....	69
D.2.4	Functional structure of Consist Network Node.....	70
D.2.5	Traffic Store for Process Data.....	72
D.2.6	Redundancy in ladder topology.....	73
D.2.7	Configuration parameters for ladder topology .....	75
D.2.8	Signal connection for trunk link.....	76
D.2.9	Local link connection .....	77
D.3	Link Layer.....	77
D.3.1	General .....	77
D.3.2	MAC – Media Access Control .....	78
D.3.3	IP address and IP address management.....	101
D.4	Consist Network Node management protocol .....	101
D.4.1	General .....	101
D.4.2	Architecture of CNN management.....	102
D.4.3	Individual CNN management information .....	102
D.4.4	CNN management database .....	105
D.4.5	Primitives for CNN management protocol .....	107
D.4.6	Parameters for CNN management protocol.....	107
D.4.7	Timers for CNN management protocol .....	108
D.4.8	Procedures for CNN management protocol .....	109
D.4.9	Operation of CNN management machine .....	112
D.4.10	Port number assignment for CNN management protocol.....	114
D.5	Failure cases in ladder topology.....	115
D.5.1	General .....	115
D.5.2	Failure cases .....	115
D.5.3	Restore of the network.....	119
Bibliography	.....	120
Figure 1	– Logical view of the ECN .....	19
Figure 2	– Examples of ECN physical topologies .....	20
Figure 3	– Example of network components.....	25
Figure 4	– Examples of dual homing .....	27
Figure 5	– D-coded M12 connector .....	38
Figure 6	– Logical structure of the gateway between ECN and WTB .....	44
Figure A.1	– Example of single network component failure .....	46
Figure A.2	– Example of double network component failures .....	47
Figure A.3	– Example of a single component failure at a link on linear topology .....	47
Figure A.4	– Example of a single component failure at an active component on linear topology.....	48

Figure A.5 – Example of a single component failure at a link on parallel networks .....	48
Figure A.6 – Example of a single component failure at an active component on parallel networks .....	49
Figure A.7 – Example of a single component failure at a link on ring topology .....	49
Figure A.8 – Example of a single component failure at an active component on ring topology .....	50
Figure A.9 – Example of a single component failure at an active component on ring topology (with dual homing ED) .....	50
Figure A.10 – Example of a single component failure at a link on a ladder topology .....	51
Figure A.11 – Example of a single component failure at an active component on ladder topology .....	51
Figure A.12 – Example of double component failures at links on ladder topology .....	51
Figure A.13 – Example of double component failures at active components on ladder topology (with bypass) .....	52
Figure A.14 – Example of ECN architecture classified by redundancy level .....	53
Figure B.1 – Example of ECN local IP range, “shadow” of train IP range for R-NAT .....	57
Figure B.2 – Example of Railway Network Translation (R-NAT) .....	58
Figure B.3 – From R-NAT TBN to TBN .....	59
Figure B.4 – From TBN to R-NAT TBN .....	59
Figure C.1 – Block diagram of transceiver unit for 10BASE-T MAU .....	61
Figure C.2 – Differential output voltage test .....	61
Figure C.3 – Twisted-pair model .....	62
Figure C.4 – Amplified voltage template .....	62
Figure C.5 – Amplified transmitter waveform for start of TP_IDL .....	63
Figure C.6 – Start-of-TP_IDL test load .....	64
Figure C.7 – Amplified transmitter waveform for link test pulse .....	64
Figure C.8 – Amplified receiver differential input voltage – narrow pulse .....	65
Figure C.9 – Amplified receiver differential input voltage – wide pulse .....	65
Figure C.10 – Block diagram of transceiver unit .....	66
Figure C.11 – Signal_detect assertion threshold .....	67
Figure D.1 – Concept of ladder topology .....	69
Figure D.2 – Configuration of ladder topology .....	69
Figure D.3 – Basic flows of data frames on trunk links and local links in ladder topology .....	70
Figure D.4 – Functional structure of Consist Network Node .....	72
Figure D.5 – Concept of Traffic Store in ladder topology .....	73
Figure D.6 – Example of configuration of ladder topology .....	74
Figure D.7 – Block diagram of the transceiver unit for a single twisted pair connection .....	77
Figure D.8 – Cable connection for a single twisted pair .....	77
Figure D.9 – Example of CNN number assignment in ladder topology .....	79
Figure D.10 – Frame format for the commands .....	80
Figure D.11 – Link establishment between two CNNs .....	82
Figure D.12 – Link establishment in ladder topology .....	83
Figure D.13 – Local links between redundant CNNs .....	83
Figure D.14 – Example of CNN modes .....	83
Figure D.15 – Structure and primitives of Real Time MAC sub-layer .....	85

Figure D.16 – TPCM state machine .....	90
Figure D.17 – ACM state machine.....	93
Figure D.18 – State diagram of USE_TOKEN.....	95
Figure D.19 – Example of sequence of transmission .....	99
Figure D.20 – Architecture of CNN management.....	102
Figure D.21 – State diagram for CNNMM .....	113
Figure D.22 – Normal configuration of transmission paths in ladder topology .....	115
Figure D.23 – Re-configuration of transmission paths with a single link failure in a sub-network.....	116
Figure D.24 – Re-configuration of transmission paths with a single CNN failure in a sub-network.....	116
Figure D.25 – Re-configuration of transmission paths with double failures of links in a sub-network.....	117
Figure D.26 – Re-configuration of transmission paths with double failures of links over both sub-networks .....	117
Figure D.27 – Re-configuration of transmission paths with double failures of CNNs over both sub-networks.....	118
Figure D.28 – Re-configuration of transmission paths with double failures of a link and a CNN over both sub-networks .....	118
Figure D.29 – Re-configuration of transmission paths with double failures of a link and a CNN over both sub-networks .....	119
Table 1 – End Device classes (1).....	21
Table 2 – End Device classes (2).....	21
Table 3 – Network Device types.....	22
Table 4 – Consist Switch classes.....	22
Table 5 – Data class service parameters .....	23
Table 6 – Typical values for data class service parameters.....	23
Table 7 – Mapping of priorities to data classes .....	28
Table 8 – End Device static network configuration parameters.....	32
Table 9 – DHCP options .....	33
Table 10 – Summary of Network Device interfaces .....	34
Table 11 – Pinning for D-coded M12 connector.....	38
Table 12 – Summary of End Device interfaces.....	41
Table A.1 – Redundancy level of ECN architecture .....	52
Table A.2 – Reliability of redundancy level.....	54
Table A.3 – Reliability when common cause failures are considered .....	54
Table A.4 – Parameters for reliability and availability calculation .....	55
Table A.5 – Reliability and availability example values.....	55
Table A.6 – Reliability with ED redundancy comparison .....	56
Table A.7 – Comparison of MTBFs ratios with ED redundancy.....	56
Table C.1 – Output voltage template table .....	63
Table C.2 – Twisted pair active output interface.....	66
Table D.1 – Configuration parameters for CNN in sub-network 1 .....	75
Table D.2 – Configuration parameters for CNN in sub-network 2 .....	75

Table D.3 – Configuration_Process_Data_Transmission_Substitute.....	76
Table D.4 – Type_Configuration_Substitute .....	76
Table D.5 – Signal connection between transceivers (single twisted pair) .....	77
Table D.6 – CNN number .....	78
Table D.7 – Contents of the Destination Address field .....	80
Table D.8 – Contents of the Source Address field .....	80
Table D.9 – Contents of the Length/Type field .....	80
Table D.10 – Contents of command and check code fields.....	81
Table D.11 – Contents of the Padding field .....	81
Table D.12 – CNN mode for CNN in ladder topology .....	84
Table D.13 – Physical layer primitives .....	85
Table D.14 – Variables and parameters for real time MAC protocol.....	86
Table D.15 – Frame name .....	87
Table D.16 – Timers for real time MAC protocol.....	87
Table D.17 – Procedures for real time MAC protocol.....	88
Table D.18 – Events for real time MAC protocol.....	88
Table D.19 – TRRC primitives.....	88
Table D.20 – TRRC operation on acceptance of request primitives .....	89
Table D.21 – TRRC operation on acceptance of physical indication primitives .....	89
Table D.22 – State transition table for TPCM .....	91
Table D.23 – Procedures in TPCM state machine .....	92
Table D.24 – TPCM primitives .....	92
Table D.25 – State transition table for ACM .....	94
Table D.26 – State transition table for USE_TOKEN .....	96
Table D.27 – Variable for ACM .....	97
Table D.28 – Configuration parameters for real time MAC.....	97
Table D.29 – Time elements for sequence of transmission.....	99
Table D.30 – Data class service parameters .....	100
Table D.31 – Notation for IP address fields .....	101
Table D.32 – Format of individual CNN management information.....	103
Table D.33 – Description of parameters for individual CNN management information.....	104
Table D.34 – Type_Connection_Status .....	105
Table D.35 – Type_CNN_Flags.....	105
Table D.36 – Type_Ip_Addr_3_4.....	105
Table D.37 – Parameters of CNN management database .....	106
Table D.38 – Type_Connection_Status_All .....	106
Table D.39 – Type_Ip_Addr_3_4_All.....	107
Table D.40 – Type_Healthy_Count_All.....	107
Table D.41 – Primitives to the lower protocol layer for CNN management .....	107
Table D.42 – Parameters for CNN management.....	108
Table D.43 – Timers for CNN management.....	109
Table D.44 – Procedures for CNN management.....	109
Table D.45 – Functions for substitution transmission by detecting bypassed CNN .....	110

Table D.46 – Functions for substitution transmission by detecting link failure.....	112
Table D.47 – Events for CNN management.....	112
Table D.48 – State transition table for CNNMM.....	114
Table D.49 – Default port number for CNN management protocol .....	115



## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**ELECTRONIC RAILWAY EQUIPMENT –  
TRAIN COMMUNICATION NETWORK (TCN) –**
**Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)**

## 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 61375-3-4 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

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

FDIS	Report on voting
9/1873/FDIS	9/1904/RVD

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

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

A list of all parts of IEC 61375 series, 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 publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

**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

This part of IEC 61375 series of international standards specifies the Consist Network based on Ethernet technology, i.e. the Ethernet Consist Network (ECN) within the TCN architecture as defined in IEC 61375-1, and End Devices which can attach to the ECN. In addition gateway services between Train Backbone and ECN are specified.

The general architecture of the TCN (see IEC 61375-1) defines a hierarchical structure with two levels of networks, Train Backbone(s) and Consist Network(s). This hierarchical structure specifies Consist Networks based on different technologies such as MVB, CANopen and ECN interfacing one Train Backbone. ECNs based on different design and implementation may be interfaced to the same Train Backbone reaching the result that the Train Backbone ensures interoperability between Consist Networks with different implementations.

The common part, consisting of Clauses 1 to 4, defines requirements and specifications which are common to all ECN implementations and End Devices and gateways.

The common part defines

- the data communication interface of End Devices connected to the ECN,
- functions and services provided by the ECN to End Devices,
- the gateway functions for data transfer between Train Backbone and the ECN, and
- performances of the ECN.

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

## **Part 3-4: Ethernet Consist Network (ECN)**

### **1 Scope**

This part of IEC 61375 specifies the data communication network inside a Consist based on Ethernet technology, the Ethernet Consist Network (ECN).

The applicability of this part of IEC 61375 to the Consist Network allows for interoperability of individual vehicles within Open Trains in international traffic.

This part of IEC 61375 may be additionally applicable to closed trains and Multiple Unit Trains when so agreed between purchaser and supplier.

### **2 Normative references**

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

IEC 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61076-3-104, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 3-104: Detail specification for 8-way, shielded free and fixed connectors for data transmissions with frequencies up to 1 000 MHz*

IEC 61156-6, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 6: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Work area wiring – Sectional specification*

IEC 61375-1, *Electronic railway equipment – Train Communication Network (TCN) – Part 1: General architecture*

IEC 61375-2-1, *Electronic railway equipment – Train Communication Network (TCN) – Part 2-1: Wire Train Bus (WTB)*

IEC 61375-2-5, *Electronic railway equipment – Train Communication Network (TCN) – Part 2-5: Ethernet Train Backbone (ETB)*

IEC 62439 (all parts), *Industrial communication networks – High availability automation networks*

ISO/IEC 7498, *Information technology – Open Systems Interconnection (OSI) – The Basic reference model*

ISO/IEC 8824 (all parts), *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1)*

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

*TIA/EIA-568-B, Commercial Building Telecommunications Cabling Standard – Part 1: General Requirements (ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001)*

*ANSI X3.263:1995, EN-Information Technology - Fibre Distributed Data Interface (FDDI) - Token Ring Twisted Pair Physical Layer Medium Dependent (TP-PMD) (order number ANSI INCITS 263)*

*IEEE 802.1D, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges*

*IEEE 802.1Q, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks*

*IEEE 802.3, IEEE Standard for 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 method and physical layer specifications*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	131
INTRODUCTION.....	133
1 Domaine d'application .....	134
2 Références normatives .....	134
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions .....	135
3.1 Termes et définitions .....	135
3.2 Symboles et abréviations .....	136
3.3 Conventions.....	139
3.3.1 Conventions de numérotation de bit.....	139
3.3.2 Convention d'ordre des octets .....	139
3.3.3 Types de données .....	139
4 Partie commune .....	140
4.1 Généralités .....	140
4.2 Architecture .....	140
4.2.1 Structure du réseau .....	140
4.2.2 Topologie du réseau .....	142
4.2.3 Classes d'Équipements Terminaux .....	144
4.2.4 Types d'Équipements Réseau et classes de Commutateurs de Rame.....	144
4.3 Classe de données .....	145
4.4 Fonctions et services .....	146
4.5 Redondance .....	147
4.5.1 Généralités .....	147
4.5.2 Définitions .....	148
4.5.3 Redondance gérée au niveau du réseau .....	149
4.5.4 Redondance gérée au niveau de l'Équipement terminal.....	149
4.6 Qualité de service .....	150
4.6.1 Généralités .....	150
4.6.2 Niveau de priorité .....	150
4.6.3 Affectation du niveau de priorité .....	151
4.6.4 Comportement du Commutateur Réseau de Rame .....	151
4.6.5 Limitation du flux d'entrée.....	151
4.6.6 Lissage du flux de sortie .....	152
4.7 Adresse IP et définitions connexes .....	152
4.7.1 Adresse du Réseau de Rame .....	152
4.7.2 Adresse du Réseau train .....	153
4.7.3 Adresse de groupe .....	153
4.7.4 Résolution de nom et règles de nommage .....	154
4.8 Gestion de la configuration de l'adresse IP et du réseau.....	154
4.8.1 Gestion de l'adresse du Réseau de Rame .....	154
4.8.2 Gestion de l'adresse du Réseau train .....	154
4.8.3 Paramètres de configuration du réseau statique .....	155
4.8.4 Paramètres de configuration DHCP .....	155
4.8.5 Gestion de l'adresse IP pour la redondance du TBN .....	156
4.9 Interface de l'Équipement réseau.....	157
4.9.1 Généralités .....	157

4.9.2	Exigences de fonctionnement .....	157
4.9.3	Exigences de performances .....	159
4.9.4	Couche Physique .....	159
4.9.5	Couche Liaison .....	162
4.9.6	Couche Réseau .....	163
4.9.7	Couche Transport .....	163
4.9.8	Couches d'application .....	163
4.10	Interface de l'Équipement terminal .....	164
4.10.1	Généralités .....	164
4.10.2	Couche Physique .....	165
4.10.3	Couche Liaison .....	166
4.10.4	Couche Réseau .....	166
4.10.5	Couche Transport .....	166
4.10.6	Couche Application .....	166
4.11	Fonctions passerelle .....	167
4.11.1	Fonctions passerelle du WTB .....	167
4.11.2	Fonctions passerelle de l'ETB .....	168
4.12	Gestion du réseau .....	168
4.12.1	Cas du réseau ECN .....	168
4.12.2	Cas du réseau WTB .....	168
4.12.3	Cas du réseau ETB .....	169
5	Essai de conformité .....	169
Annexe A (informative) Comparaison de la fiabilité et de la disponibilité entre architectures d'ECN .....		170
A.1	Généralités .....	170
A.2	Cas de défaillances .....	170
A.2.1	Définitions .....	170
A.2.2	Exemple de cas de défaillances – Topologie linéaire .....	171
A.2.3	Exemple de cas de défaillance – Réseaux parallèles .....	172
A.2.4	Exemple de cas de défaillances – Topologie en anneau .....	173
A.2.5	Exemple de cas de défaillances – Topologie en échelle .....	174
A.3	Niveau de redondance de l'architecture de l'ECN .....	176
A.4	Analyse de la fiabilité du niveau de redondance .....	177
A.5	Redondance des Équipements Terminaux .....	180
Annexe B (informative) Translation d'adresse de réseau ferroviaire (R-NAT) .....		182
B.1	Généralités .....	182
B.2	Adresse IP du sous-réseau local de Rame .....	182
B.3	R-NAT du TBN .....	183
B.4	Problème d'interopérabilité entre les TBN .....	184
Annexe C (normative) Définition du protocole de l'émetteur-récepteur à signaux amplifiés .....		185
C.1	Généralités .....	185
C.2	Type A: émetteur-récepteur à signaux amplifiés pour la Couche Physique fondé sur l'IEEE 802.3 (10BASE-T) .....	185
C.2.1	Généralités .....	185
C.2.2	Unité d'émetteur-récepteur .....	185
C.2.3	Caractéristiques des signaux de transmission .....	186
C.2.4	Caractéristiques des signaux de réception .....	189

C.3	Type B: émetteur-récepteur à signaux amplifiés pour la Couche Physique fondé sur l'IEEE 802.3 (100BASE-TX) .....	190
C.3.1	Généralités .....	190
C.3.2	Unité d'émetteur-récepteur .....	190
C.3.3	Caractéristiques des signaux de transmission.....	191
C.3.4	Caractéristiques des signaux de réception.....	191
Annexe D (informative)	Définition du protocole de topologie en échelle .....	193
D.1	Généralités .....	193
D.2	Architecture d'un Nœud de Réseau de Rame.....	193
D.2.1	Généralités .....	193
D.2.2	Concept de topologie en échelle.....	194
D.2.3	Configuration de la topologie en échelle .....	194
D.2.4	Structure fonctionnelle du Nœud de Réseau de Rame .....	196
D.2.5	Traffic Store pour les Données de Processus .....	197
D.2.6	Redondance dans la topologie en échelle.....	198
D.2.7	Paramètres de configuration pour la topologie en échelle .....	200
D.2.8	Connexion du signal pour le lien trunk .....	201
D.2.9	Connexion à la liaison locale .....	202
D.3	Couche Liaison .....	203
D.3.1	Généralités .....	203
D.3.2	MAC – Media Access Control .....	203
D.3.3	Adresse IP et gestion de l'adresse IP .....	228
D.4	Protocole de gestion du Nœud de Réseau de Rame .....	229
D.4.1	Généralités .....	229
D.4.2	Architecture de la gestion du CNN .....	229
D.4.3	Informations individuelles de gestion du CNN .....	229
D.4.4	Base de données de gestion du CNN.....	232
D.4.5	Primitives pour le protocole de gestion du CNN .....	234
D.4.6	Paramètres pour le protocole de gestion du CNN .....	234
D.4.7	Compteurs de temps pour le protocole de gestion du CNN .....	235
D.4.8	Procédures pour le protocole de gestion du CNN.....	236
D.4.9	Fonctionnement du diagramme de gestion du CNN.....	240
D.4.10	Affectation du numéro de port pour le protocole de gestion du CNN .....	241
D.5	Situations de défaillance dans la topologie en échelle.....	242
D.5.1	Généralités .....	242
D.5.2	Cas de défaillances .....	242
D.5.3	Restauration du réseau.....	246
Bibliographie	.....	247
Figure 1	– Vue logique de l'ECN .....	142
Figure 2	– Exemples de topologies physiques d'ECN.....	143
Figure 3	– Exemple d'éléments de réseau .....	148
Figure 4	– Exemples de connexions à double anneau.....	150
Figure 5	– Connecteur M12 code D.....	161
Figure 6	– Structure logique de la passerelle entre l'ECN et le WTB .....	168
Figure A.1	– Exemple de défaillance d'un élément de réseau simple .....	170
Figure A.2	– Exemple de doubles défaillances d'éléments de réseau.....	171



Figure A.3 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'une liaison sur une topologie linéaire.....	171
Figure A.4 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur une topologie linéaire.....	172
Figure A.5 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'une liaison sur des réseaux parallèles .....	172
Figure A.6 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur des réseaux parallèles .....	173
Figure A.7 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'une liaison sur une topologie en anneau.....	173
Figure A.8 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur une topologie en anneau.....	174
Figure A.9 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur une topologie en anneau (avec ED à connexion à double attachement) .....	174
Figure A.10 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'une liaison sur une topologie en échelle .....	175
Figure A.11 – Exemple de simple défaillance d'un élément au niveau d'un élément actif sur une topologie en échelle .....	175
Figure A.12 – Exemple de doubles défaillances d'éléments au niveau de liaisons sur une topologie en échelle .....	175
Figure A.13 – Exemple de doubles défaillances d'éléments au niveau d'éléments actifs sur une topologie en échelle (avec shuntage) .....	176
Figure A.14 – Exemple d'architecture d'ECN classée par niveau de redondance .....	177
Figure B.1 – Exemple de plage d'IP locales d'ECN, «image» de plage d'IP de train pour le R-NAT .....	182
Figure B.2 – Exemple de R-NAT .....	183
Figure B.3 – Du R-NAT TBN au TBN.....	184
Figure B.4 – Du TBN au R-NAT TBN.....	184
Figure C.1 – Schéma fonctionnel d'une unité d'émetteur-récepteur pour MAU 10BASE-T ...	186
Figure C.2 – Essai de la tension de sortie différentielle .....	186
Figure C.3 – Modèle à paire torsadée .....	187
Figure C.4 – Modèle de tension amplifiée .....	187
Figure C.5 – Forme d'onde amplifiée de l'émetteur pour démarrer TP_IDL .....	188
Figure C.6 – Charge de test au début de TP_IDL.....	189
Figure C.7 – Forme d'onde amplifiée de l'émetteur pour impulsion de test de la liaison .....	189
Figure C.8 – Tension d'entrée différentielle amplifiée du récepteur – Impulsion étroite .....	190
Figure C.9 – Tension d'entrée différentielle amplifiée du récepteur – Impulsion large .....	190
Figure C.10 – Schéma fonctionnel de l'unité d'émetteur-récepteur .....	191
Figure C.11 – Seuil de mise à 1 de Signal_detect .....	192
Figure D.1 – Concept de topologie en échelle .....	194
Figure D.2 – Configuration de la topologie en échelle .....	195
Figure D.3 – Flux de base des trames de données sur les liaisons troncs et les liaisons locales dans la topologie en échelle.....	195
Figure D.4 – Structure fonctionnelle du Nœud de Réseau de Rame .....	197
Figure D.5 – Concept de Traffic Store dans la topologie en échelle .....	198
Figure D.6 – Exemple de configuration de topologie en échelle .....	199

Figure D.7 – Schéma fonctionnel de l'unité de l'émetteur-récepteur pour une connexion avec un câble à paire torsadée .....	202
Figure D.8 – Connexion par câble pour un câble à paire torsadée .....	202
Figure D.9 – Exemple d'affectation de numéro de CNN dans la topologie en échelle .....	204
Figure D.10 – Format de trame pour les commandes .....	205
Figure D.11 – Etablissement de liaison entre deux CNN .....	207
Figure D.12 – Etablissement de liaisons dans la topologie en échelle .....	208
Figure D.13 – Liaisons locales entre CNN redondants .....	208
Figure D.14 – Exemple de modes de CNN .....	209
Figure D.15 – Structure et primitives de la sous-couche MAC temps réel.....	211
Figure D.16 – Diagramme d'états de la TPCM .....	217
Figure D.17 – Diagramme d'états de l'ACM.....	220
Figure D.18 – Diagramme d'états de USE_TOKEN .....	222
Figure D.19 – Exemple de séquence de transmission .....	226
Figure D.20 – Architecture de la gestion du CNN .....	229
Figure D.21 – Diagramme d'états de CNNMM.....	240
Figure D.22 – Configuration normale des chemins de transmission dans la topologie en échelle.....	242
Figure D.23 – Reconfiguration des chemins de transmission avec défaillance de liaison simple dans un sous-réseau .....	243
Figure D.24 – Reconfiguration des chemins de transmission avec défaillance de CNN simple dans un sous-réseau .....	243
Figure D.25 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance de liaisons dans un sous-réseau.....	244
Figure D.26 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance de liaisons dans les deux sous-réseaux.....	244
Figure D.27 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance de CNN dans les deux sous-réseaux .....	245
Figure D.28 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance d'une liaison et d'un CNN sur les deux sous-réseaux.....	245
Figure D.29 – Reconfiguration des chemins de transmission avec double défaillance d'une liaison et d'un CNN sur les deux sous-réseaux.....	246
Tableau 1 – Classes d'Équipements Terminaux (1).....	144
Tableau 2 – Classes d'Équipements Terminaux (2).....	144
Tableau 3 – Types d'Équipements Réseau .....	145
Tableau 4 – Classes de Commutateurs de Rame.....	145
Tableau 5 – Paramètres de service des classes de données .....	146
Tableau 6 – Valeurs types pour les paramètres de service des classes de données .....	146
Tableau 7 – Mise en correspondance des priorités pour les classes de données .....	151
Tableau 8 – Paramètres de configuration du réseau statique des Équipements Terminaux.....	155
Tableau 9 – Options DHCP .....	156
Tableau 10 – Récapitulatif des interfaces de Commutateur Réseau.....	157
Tableau 11 – Brochage du connecteur M12 code D .....	161
Tableau 12 – Récapitulatif des interfaces d'Équipements Terminaux .....	164

Tableau A.1 – Niveau de redondance de l'architecture de l'ECN .....	176
Tableau A.2 – Fiabilité du niveau de redondance .....	178
Tableau A.3 – Fiabilité lors de la prise en considération des pannes de mode commun .....	178
Tableau A.4 – Paramètres pour le calcul de la fiabilité et de la disponibilité .....	180
Tableau A.5 – Valeurs d'exemple de fiabilité et de disponibilité .....	180
Tableau A.6 – Comparaison de la fiabilité avec redondance d'ED .....	181
Tableau A.7 – Comparaison des ratios des temps moyens entre défaillances avec redondance d'ED .....	181
Tableau C.1 – Tableau de modèle de tension de sortie .....	187
Tableau C.2 – Interface active de sortie de la paire torsadée .....	191
Tableau D.1 – Paramètres de configuration pour le CNN dans le sous-réseau 1 .....	200
Tableau D.2 – Paramètres de configuration pour le CNN dans le sous-réseau 2 .....	200
Tableau D.3 – Configuration_Process_Data_Transmission_Substitute .....	201
Tableau D.4 – Type_Configuration_Substitute .....	201
Tableau D.5 – Connexion par signal entre émetteurs-récepteurs (un câble à paire torsadée) .....	202
Tableau D.6 – Numéro de CNN .....	203
Tableau D.7 – Contenu du champ Adresse de Destination .....	205
Tableau D.8 – Contenu du champ Adresse Source .....	205
Tableau D.9 – Contenu du champ Longueur/Type .....	205
Tableau D.10 – Contenu des champs Commande et Code de Vérification .....	206
Tableau D.11 – Contenu du champ Bourrage .....	206
Tableau D.12 – Mode de CNN dans la topologie en échelle .....	209
Tableau D.13 – Primitives de la Couche Physique .....	211
Tableau D.14 – Variables et paramètres pour le protocole MAC temps réel .....	212
Tableau D.15 – Nom de trame .....	213
Tableau D.16 – Compteurs de temps pour le protocole MAC temps réel .....	213
Tableau D.17 – Procédures pour le protocole MAC temps réel .....	214
Tableau D.18 – Événements pour le protocole MAC temps réel .....	214
Tableau D.19 – Primitives TRRC .....	214
Tableau D.20 – Opération TRRC sur acceptation des primitives de requête .....	215
Tableau D.21 – Opération TRRC sur acceptation des primitives d'indication physiques .....	216
Tableau D.22 – Tableau de transition des états pour la TPCM .....	217
Tableau D.23 – Procédures du diagramme d'états de la TPCM .....	218
Tableau D.24 – Primitives TPCM .....	219
Tableau D.25 – Tableau de transition des états pour l'ACM .....	221
Tableau D.26 – Tableau de transition des états pour USE_TOKEN .....	223
Tableau D.27 – Variable pour l'ACM .....	224
Tableau D.28 – Paramètres de configuration pour le protocole MAC temps réel .....	224
Tableau D.29 – Éléments temporels pour la séquence de transmission .....	226
Tableau D.30 – Paramètres de service des classes de données .....	227
Tableau D.31 – Notation pour les champs d'adresse IP .....	228
Tableau D.32 – Format des informations individuelles de gestion du CNN .....	230

Tableau D.33 – Description des paramètres pour les informations individuelles de gestion du CNN .....	231
Tableau D.34 – Type_Connection_Status .....	232
Tableau D.35 – Type_CNN_Flags .....	232
Tableau D.36 – Type_Ip_Addr_3_4 .....	232
Tableau D.37 – Paramètres de la base de données de gestion des CNN .....	233
Tableau D.38 – Type_Connection_Status_All .....	234
Tableau D.39 – Type_Ip_Addr_3_4_All .....	234
Tableau D.40 – Type_Healthy_Count_All .....	234
Tableau D.41 – Primitives de la couche basse de protocole pour la gestion du CNN .....	234
Tableau D.42 – Paramètres pour la gestion du CNN .....	235
Tableau D.43 – Compteurs de temps pour la gestion du CNN .....	236
Tableau D.44 – Procédures pour la gestion du CNN .....	236
Tableau D.45 – Fonctions pour la transmission de substitution lors de la détection de CNN shuntés .....	238
Tableau D.46 – Fonctions pour la transmission de substitution lors de la détection de défaillance de liaison .....	239
Tableau D.47 – Événements pour la gestion du CNN .....	240
Tableau D.48 – Tableau de transition des états pour CNNMM .....	241
Tableau D.49 – Numéro de port par défaut pour le protocole de gestion du CNN .....	242

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIEL ÉLECTRONIQUE FERROVIAIRE –  
RÉSEAU EMBARQUÉ DE TRAIN (TCN) –****Partie 3-4: Réseau Ethernet de Rame (ECN)**

## 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 61375-3-4 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1873/FDIS	9/1904/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/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 cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

**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

La présente partie de la Norme internationale IEC 61375 spécifie le Réseau de Rame fondé sur la technologie Ethernet, c'est-à-dire le Réseau Ethernet de Rame (ECN, pour Ethernet Consist Network) au sein de l'architecture du Réseau Embarqué de Train (TCN, pour Train Communication Network) tel que défini dans l'IEC 61375-1, et les Équipements Terminaux qui peuvent être connectés à l'ECN. En outre, les services de passerelle entre le Réseau Central de Train et l'ECN y sont spécifiés.

L'architecture générale du TCN (voir l'IEC 61375-1) définit une structure hiérarchique à deux niveaux de réseaux: les Réseaux Centraux de Train et les Réseaux de Rame. Cette structure hiérarchique spécifie les Réseaux de Rame fondés sur différentes technologies telles que le Bus de Véhicule Multifonctions (MVB, pour Multifunction Vehicle Bus), CANopen ou l'ECN et s'interfaçant avec un Réseau Central de Train. Les ECN fondés sur différentes conceptions et mises en œuvre peuvent accéder à un même Réseau Central de Train, de sorte que ce dernier garantisse une totale interopérabilité entre les Réseaux de Rame mis en œuvre différemment.

La partie commune, constituée des Articles 1 à 4, définit les exigences et les spécifications communes à toutes les mises en œuvre d'ECN, aux Équipements Terminaux et aux passerelles.

La partie commune définit:

- l'interface de communication de données des Équipements Terminaux connectés à l'ECN,
- les fonctions et services assurés par l'ECN aux Équipements Terminaux,
- les fonctions de passerelle pour le transfert de données entre le Réseau Central de Train et l'ECN, et
- les performances de l'ECN.

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

## Partie 3-4: Réseau Ethernet de Rame (ECN)

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61375 spécifie le réseau de communication de données au sein d'une Rame fondée sur la technologie Ethernet, le Réseau Ethernet de Rame (ECN).

L'applicabilité de la présente partie de l'IEC 61375 au Réseau Ethernet de Rame permet l'interopérabilité de chaque rame des Trains à rames multiples dans le trafic international.

Après accord entre acheteur et fournisseur, la présente partie de l'IEC 61375 peut s'appliquer en outre aux Rames et aux Trains à rames multiples.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 61076-2-101, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 2-101: Connecteurs circulaires – Spécification particulière pour les connecteurs M12 à vis*

IEC 61076-3-104, *Connecteurs pour équipements électroniques – Exigences de produit – Partie 3-104: Spécification particulière pour les fiches et les embases écrantées à 8 voies pour la transmission de données à des fréquences jusqu'à 1 000 MHz*

IEC 61156-6, *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 6: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz – Work area wiring – Sectional specification* (disponible en anglais seulement)

IEC 61375-1, *Matériel électrique ferroviaire – Réseau Embarqué de Train (TCN) – Partie 1: Architecture générale*

IEC 61375-2-1, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau Embarqué de Train (TCN) – Partie 2-1: Bus de Train Filaire (WTB)*

IEC 61375-2-5, *Matériel électronique ferroviaire – Réseau Embarqué de Train (TCN) – Partie 2-5: Réseau Central de Train Ethernet (ETB)*

IEC 62439 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Réseaux de haute disponibilité pour l'automatisation*

ISO/IEC 7498, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base: Le modèle de base*

ISO/IEC 8824 (toutes les parties), *Technologies de l'information – Notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1)*



ISO/IEC 11801, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs* (disponible en anglais seulement)

TIA/EIA-568-B, *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard – Part 1: General Requirements (ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001)*

ANSI X3.263:1995, *EN-Information Technology - Fibre Distributed Data Interface (FDDI) - Token Ring Twisted Pair Physical Layer Medium Dependent (TP-PMD) (order number ANSI INCITS 263)*

IEEE 802.1D, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges*

IEEE 802.1Q, *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks*

IEEE 802.3, *IEEE Standard for 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 method and physical layer specifications*