



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Industrial communication networks – Fieldbus specifications –  
Part 6-14: Application layer protocol specification – Type 14 elements**

**Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain –  
Partie 6-14: Spécification du protocole de la couche application – Eléments  
de type 14**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XD**  
CODE PRIX

---

ICS 25.040.40; 35.100.70; 35.110

ISBN 978-2-8322-1764-1

**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.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
1.1 General.....	10
1.2 Specifications.....	10
1.3 Conformance.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms, definitions, symbols, abbreviations and conventions.....	12
3.1 Referenced terms and definitions.....	12
3.2 Fieldbus application layer specific terms and definitions.....	13
3.3 Abbreviations and symbols.....	15
3.4 Conventions.....	17
4 Abstract syntax.....	18
4.1 Fixed format PDU description.....	18
4.2 Object definitions in FAL management ASE.....	27
4.3 Definition of objects used in Type 14 application access entity.....	33
5 Transfer syntax.....	36
5.1 Encoding of basic data types.....	36
5.2 Encoding of Type 14 APDU header.....	42
5.3 Encoding of FAL management entity service parameters.....	43
5.4 Encoding of AAE Services.....	49
6 Structure of FAL protocol state machines.....	58
7 AP-Context state machine.....	59
7.1 Primitives exchanged between ALU and ALE.....	59
7.2 Protocol state machine descriptions.....	59
7.3 State transitions.....	60
7.4 Function descriptions.....	66
8 FAL management state machines.....	66
8.1 Primitives.....	66
8.2 Protocol state machine descriptions.....	67
8.3 State transitions.....	68
8.4 Function descriptions.....	70
9 Application access entity protocol machine.....	74
9.1 Primitives.....	74
9.2 AAE state machine.....	76
9.3 Event ASE protocol machine.....	78
9.4 Domain ASE protocol machine.....	79
9.5 Block ASE protocol machine.....	83
10 Application relationship state machine.....	85
10.1 Primitives.....	85
10.2 AREP state description.....	87
10.3 State transitions.....	87
10.4 Function descriptions.....	88
11 DLL mapping protocol machine.....	88
11.1 Concept.....	88

11.2 Primitives .....	89
11.3 State description .....	89
11.4 State transitions .....	89
11.5 Function description .....	90
Bibliography.....	91
Figure 1 – State transition diagram .....	17
Figure 2 – Exchanged primitives of protocol state machine .....	59
Figure 3 – ACE protocol state machine .....	60
Figure 4 – FME protocol state machine.....	68
Figure 5 – AAE state transition diagrams .....	76
Figure 6 – Event ASE state transition diagrams .....	78
Figure 7 – Domain ASE state transition diagram .....	80
Figure 8 – Block ASE state transition diagrams.....	84
Figure 9 – AREP state transition diagrams.....	87
Figure 10 – ESME state transition.....	90
Table 1 – State machine description elements .....	17
Table 2 – Definition of Type 14 MOB header object .....	27
Table 3 – Definition of Type 14 device descriptor object .....	27
Table 4 – Definition of the time synchronization object.....	28
Table 5 – Definition of maximum response time object.....	28
Table 6 – Definition of the Type 14 communication scheduling management object .....	29
Table 7 – Definition of the device application information object .....	29
Table 8 – Definition of FB application information header.....	29
Table 9 – Definition of domain application information header.....	30
Table 10 – Definition of Type 14 link object header.....	30
Table 11 – Definition of Type 14 FRT link object header .....	31
Table 12 – Definition of FB application information object .....	31
Table 13 – Definition of Type 14 link object .....	31
Table 14 – Definition of Type 14 FRT link object.....	32
Table 15 – Definition of domain application information object .....	33
Table 16 – Definition of domain object .....	33
Table 17 – Definition of simple variable object .....	34
Table 18 – Definition of event object.....	34
Table 19 – Definition of Type 14 socket mapping object.....	35
Table 20 – Definition of Type 14 socket timer object .....	35
Table 21 – Definition of ErrorType object .....	36
Table 22 – Encoding of Boolean value TRUE.....	36
Table 23 – Encoding of Boolean value FALSE .....	36
Table 24 – Encoding of Unsigned8 data type .....	37
Table 25 – Encoding of Unsigned16 data type .....	37
Table 26 – Encoding of Unsigned32 data type .....	37
Table 27 – Encoding of Unsigned64 data type .....	37

Table 28 – Encoding of Int8 data type .....	38
Table 29 – Encoding of Int16 data type .....	38
Table 30 – Encoding of Int32 data type .....	38
Table 31 – Encoding of Int64 data type .....	39
Table 32 – Encoding of Real type .....	39
Table 33 – Encoding of VisibleString data type .....	39
Table 34 – Encoding of OctetString data type .....	40
Table 35 – Encoding of BitString data type .....	40
Table 36 – Encoding of TimeOfDay data type .....	40
Table 37 – Encoding of BinaryDate data type .....	41
Table 38 – Encoding of PrecisionTimeDifference data type .....	42
Table 39 – Encoding of Type 14 application layer service message header .....	42
Table 40 – Encoding of EM_DetectingDevice request parameters .....	43
Table 41 – Encoding of EM_OnlineReply request parameters .....	43
Table 42 – Encoding of EM_GetDeviceAttribute request parameters .....	44
Table 43 – Encoding of EM_GetDeviceAttribute positive response parameters .....	44
Table 44 – Encoding of EM_GetDeviceAttribute negative response parameters .....	45
Table 45 – Encoding of EM_ActiveNotification request parameters .....	46
Table 46 – Encoding of EM_ConfiguringDevice request parameters .....	47
Table 47 – Encoding of EM_ConfiguringDevice positive response parameters .....	48
Table 48 – Encoding of EM_ConfiguringDevice negative response parameters .....	48
Table 49 – Encoding of EM_SetDefaultValue request parameters .....	48
Table 50 – Encoding of EM_SetDefaultValue positive response parameters .....	48
Table 51 – Encoding of clear device attribute service refuse packet .....	49
Table 52 – Encoding of DomainDownload request parameters .....	49
Table 53 – Encoding of domain download service response packet .....	49
Table 54 – Encoding of DomainDownload negative response parameters .....	49
Table 55 – Encoding of DomainUpload request parameters .....	50
Table 56 – Encoding of DomainUpload positive response parameters .....	50
Table 57 – Encoding of DomainUpload negative response parameters .....	50
Table 58 – Encoding of EventReport request parameters .....	51
Table 59 – Encoding of EventReportAcknowledge request parameters .....	51
Table 60 – Encoding of EventReportAcknowledge positive response parameters .....	51
Table 61 – Encoding of EventReportAcknowledge negative response parameters .....	51
Table 62 – Encoding of ReportConditionChanging request parameters .....	52
Table 63 – Encoding of ReportConditionChanging positive response parameters .....	52
Table 64 – Encoding of ReportConditionChanging negative response parameters .....	52
Table 65 – Encoding of Read request parameters .....	52
Table 66 – Encoding of Read positive response parameters .....	53
Table 67 – Encoding of Read negative response parameters .....	53
Table 68 – Encoding of Write request parameters .....	53
Table 69 – Encoding of Write positive response parameters .....	53
Table 70 – Encoding of Write negative response parameters .....	54

Table 71 – Encoding of VariableDistribute request parameters .....	54
Table 72 – Encoding of FRTRead request parameters .....	54
Table 73 – Encoding of FRTRead positive response parameters.....	54
Table 74 – Encoding of FRTRead negative response parameters .....	55
Table 75 – Encoding of FRTWrite request parameters .....	55
Table 76 – Encoding of FRTWrite positive response parameters.....	55
Table 77 – Encoding of FRTWrite negative response parameters .....	55
Table 78 – Encoding of FRTVariableDistribute request parameters.....	56
Table 79 – Encoding of BlockTransmissionOpen request parameters .....	56
Table 80 – Encoding of BlockTransmissionOpen positive response parameters .....	56
Table 81 – Encoding of BlockTransmissionOpen negative response parameters.....	56
Table 82 – Encoding of BlockTransmissionClose request parameters .....	57
Table 83 – Encoding of BlockTransmissionClose positive response parameters .....	57
Table 84 – Encoding of BlockTransmissionClose negative response parameters .....	57
Table 85 – Encoding of BlockTransmit request parameters .....	57
Table 86 – Encoding of BlockTransmissionHeartbeat request parameters.....	58
Table 87 – Primitives delivered by ALU to ALE .....	59
Table 88 – Primitives delivered by ALE to ALU .....	59
Table 89 – ACE state descriptions .....	60
Table 90 – ACE state transitions (sender).....	60
Table 91 – ACE state transitions (receiver).....	63
Table 92 – APServiceType() descriptions.....	66
Table 93 – Primitives delivered by application layer user to FME .....	66
Table 94 – Primitives delivered by FME to application layer user .....	66
Table 95 – Primitive parameters exchanged between FME and application layer user .....	67
Table 96 – Primitives delivered by FME to ESME.....	67
Table 97 – Primitives delivered by ESME to FME.....	67
Table 98 – Primitive parameters exchanged between FME and ESME .....	67
Table 99 – State transitions of Type 14 FME.....	68
Table 100 – RcvNewIpAddress() descriptions .....	70
Table 101 – Attribute_Set() descriptions .....	71
Table 102 – RestoreDefaults() descriptions .....	71
Table 103 – NewAddress() descriptions .....	71
Table 104 – Restart_Type 14RepeatTimer() descriptions .....	71
Table 105 – Clear_DuplicatePdTagFlag() descriptions .....	71
Table 106 – Type 14RepeatTimerExpire() descriptions .....	72
Table 107 – Send_EM_ReqRspMessage() descriptions .....	72
Table 108 – Send_EM_CommonErrorRsp() descriptions .....	72
Table 109 – SntpSyncLost() descriptions .....	72
Table 110 – IPAddressCollision() descriptions .....	73
Table 111 – RecvMsg() descriptions .....	73
Table 112 – QueryMatch() descriptions.....	73
Table 113 – MessageIDMatch() descriptions.....	73

Table 114 – DevId_Match() descriptions .....	73
Table 115 – PdTag_Match() descriptions .....	74
Table 116 – Set_Attribute_Data() descriptions .....	74
Table 117 – Set_DuplicatePdTagFlag() descriptions .....	74
Table 118 – Primitives issued by ALU to AAE .....	74
Table 119 – Primitives issued by AAE to ALU .....	75
Table 120 – Primitives parameters exchanged between AAE and ALU .....	75
Table 121 – Primitives issued by AAE to ESME .....	75
Table 122 – Primitives issued by ESME to AAE .....	75
Table 123 – Primitive parameters exchanged between AAE and ESME .....	76
Table 124 – AAE state descriptions .....	76
Table 125 – AAE state transitions (sender) .....	76
Table 126 – AAE state transitions (receiver) .....	77
Table 127 – ServiceType() descriptions .....	78
Table 128 – State value of event management.....	78
Table 129 – Event ASE state transition table .....	79
Table 130 – Domain state value.....	79
Table 131 – Domain ASE state transition table .....	80
Table 132 – Domain_DownloadSucceed() description.....	82
Table 133 – Domain_WriteBuffer() description .....	83
Table 134 – IncrementInvokeDomainCounter() description .....	83
Table 135 – DecreamentInvokeDomainCounter() description .....	83
Table 136 – State value of Block transmission .....	83
Table 137 – Block ASE state transition table.....	84
Table 138 – BlockTransmissionOpenSucceed() descriptions.....	85
Table 139 – BlockTransmissionCloseSucceed() descriptions .....	85
Table 140 – ReceiveBlockTransmissionHeartbeat_timeout() description .....	85
Table 141 – Primitives issued by FME(or AAE) to AREP .....	86
Table 142 – Primitives issued by AREP to FME(or AAE).....	86
Table 143 – Primitives parameters exchanged between AREP and FME(or AAE) .....	86
Table 144 – Primitives issued by AREP to ESME.....	86
Table 145 – Primitives issued by ESME to AREP.....	86
Table 146 – Primitive parameters exchanged between AREP and ESME .....	87
Table 147 – AREP state descriptions .....	87
Table 148 – AREP state transitions.....	87
Table 149 – AREPType() descriptions.....	88
Table 150 – ServiceType() descriptions .....	88
Table 151 – The primitives exchanged between transport layer and ESME .....	89
Table 152 – Primitives parameters exchanged between Transport Layer and ESME .....	89
Table 153 – ESME state description .....	89
Table 154 – ECFME state transitions .....	90
Table 155 – ServiceType()description .....	90

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –

#### Part 6-14: Application layer protocol specification – Type 14 elements

#### 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.

Attention is drawn to the fact that the use of the associated protocol type is restricted by its intellectual-property-right holders. In all cases, the commitment to limited release of intellectual-property-rights made by the holders of those rights permits a layer protocol type to be used with other layer protocols of the same type, or in other type combinations explicitly authorized by its intellectual-property-right holders.

NOTE Combinations of protocol types are specified in IEC 61784-1 and IEC 61784-2.

International Standard IEC 61158-6-14 has been prepared by subcommittee 65C: Industrial networks, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision. The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- corrections of editorial errors;
- specification changes for CPF4;
- update of the requirements for all conformance classes;
- update of the requirements for all conformance services.

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

FDIS	Report on voting
65C/764/FDIS	65C/774/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 ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 61158 series, published under the general title *Industrial communication networks – Fieldbus specifications*, can be found on the IEC web site.

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.



## INTRODUCTION

This part of IEC 61158 is one of a series produced to facilitate the interconnection of automation system components. It is related to other standards in the set as defined by the “three-layer” fieldbus reference model described in IEC 61158-1.

The application protocol provides the application service by making use of the services available from the data-link or other immediately lower layer. The primary aim of this standard is to provide a set of rules for communication expressed in terms of the procedures to be carried out by peer application entities (AEs) at the time of communication. These rules for communication are intended to provide a sound basis for development in order to serve a variety of purposes:

- as a guide for implementors and designers;
- for use in the testing and procurement of equipment;
- as part of an agreement for the admittance of systems into the open systems environment;
- as a refinement to the understanding of time-critical communications within OSI.

This standard is concerned, in particular, with the communication and interworking of sensors, effectors and other automation devices. By using this standard together with other standards positioned within the OSI or fieldbus reference models, otherwise incompatible systems may work together in any combination.

## **INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS – FIELDBUS SPECIFICATIONS –**

### **Part 6-14: Application layer protocol specification – Type 14 elements**

## **1 Scope**

### **1.1 General**

The Fieldbus Application Layer (FAL) provides user programs with a means to access the fieldbus communication environment. In this respect, the FAL can be viewed as a “window between corresponding application programs.”

This standard provides common elements for basic time-critical and non-time-critical messaging communications between application programs in an automation environment and material specific to Type 14 fieldbus. The term “time-critical” is used to represent the presence of a time-window, within which one or more specified actions are required to be completed with some defined level of certainty. Failure to complete specified actions within the time window risks failure of the applications requesting the actions, with attendant risk to equipment, plant and possibly human life.

This standard specifies interactions between remote applications and defines the externally visible behavior provided by the Type 14 fieldbus application layer in terms of

- a) the formal abstract syntax defining the application layer protocol data units conveyed between communicating application entities;
- b) the transfer syntax defining encoding rules that are applied to the application layer protocol data units;
- c) the application context state machine defining the application service behavior visible between communicating application entities;
- d) the application relationship state machines defining the communication behavior visible between communicating application entities.

The purpose of this standard is to define the protocol provided to

- a) define the wire-representation of the service primitives defined in IEC 61158-5-14, and
- b) define the externally visible behavior associated with their transfer.

This standard specifies the protocol of the Type 14 fieldbus application layer, in conformance with the OSI Basic Reference Model (ISO/IEC 7498) and the OSI application layer structure (ISO/IEC 9545).

### **1.2 Specifications**

The principal objective of this standard is to specify the syntax and behavior of the application layer protocol that conveys the application layer services defined in IEC 61158-5-14.

A secondary objective is to provide migration paths from previously-existing industrial communications protocols. It is this latter objective which gives rise to the diversity of protocols standardized in the IEC 61158-6 series.

### 1.3 Conformance

This standard does not specify individual implementations or products, nor does it constrain the implementations of application layer entities within industrial automation systems. Conformance is achieved through implementation of this application layer protocol specification.

## 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.

NOTE All parts of the IEC 61158 series, as well as IEC 61784-1 and IEC 61784-2 are maintained simultaneously. Cross-references to these documents within the text therefore refer to the editions as dated in this list of normative references.

IEC 61158-3-14, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 3-14: Data-link layer service definition – Type 14 elements*

IEC 61158-4-14, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 4-14: Data-link layer protocol specification – Type 14 elements*

IEC 61158-5-14, *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 5-14: Application layer service definition – Type 14 elements*

IEC 61158-6 (all parts), *Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 6: Application layer protocol specification*

ISO/IEC 646, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange*

ISO/IEC 2375, *Information technology – Procedure for registration of escape sequences and coded character sets*

ISO/IEC 7498-1, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 1: The Basic Model*

ISO/IEC 8802-3, *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 method and physical layer specifications*

ISO/IEC 8822, *Information technology – Open Systems Interconnection – Presentation service definition*

ISO/IEC 8824:1990, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation*<sup>1</sup>

ISO/IEC 9545, *Information technology – Open Systems Interconnection – Application Layer structure*

---

<sup>1</sup> Withdrawn.

ISO/IEC 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

ISO/IEC/IEEE 60559, *Information technology – Microprocessor Systems – Floating-Point arithmetic*

IEEE 754-2008, *IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	98
INTRODUCTION.....	100
1 Domaine d'application .....	101
1.1 Généralités.....	101
1.2 Spécifications.....	101
1.3 Conformité .....	102
2 Références normatives.....	102
3 Termes, définitions, symboles, abréviations et conventions .....	103
3.1 Termes et définitions référencés .....	103
3.2 Termes et définitions relatifs à la couche application de bus de terrain.....	104
3.3 Abréviations et symboles.....	107
3.4 Conventions .....	108
4 Syntaxe abstraite .....	110
4.1 Description des unités PDU de format fixe.....	110
4.2 Définitions d'objet dans les éléments ASE de gestion de couches FAL.....	118
4.3 Définition des objets utilisés dans l'entité AAE de type 14 .....	126
5 Syntaxe de transfert .....	130
5.1 Encodage des types de données de base.....	130
5.2 Encodage de l'en-tête de l'unité APDU de type 14.....	135
5.3 Encodage des paramètres de service de l'entité de gestion de la couche FAL.....	135
5.4 Encodage des services AAE.....	142
6 Structure des diagrammes d'états de protocole de la couche FAL .....	153
7 Diagramme d'états de contexte AP .....	154
7.1 Primitives échangées entre ALU et ALE .....	154
7.2 Descriptions du diagramme d'états de protocole.....	154
7.3 Transitions d'états .....	154
7.4 Descriptions des fonctions.....	160
8 Diagrammes d'états de l'entité FME.....	161
8.1 Primitives .....	161
8.2 Descriptions du diagramme d'états de protocole.....	162
8.3 Transitions d'états .....	163
8.4 Descriptions des fonctions.....	165
9 Diagramme d'états de protocole de l'entité AAE .....	170
9.1 Primitives .....	170
9.2 Diagramme d'états de l'entité AAE .....	172
9.3 Diagramme d'états de protocole de l'élément ASE d'événement.....	174
9.4 Diagramme d'états de protocole de l'élément ASE de domaine.....	175
9.5 Machine de protocole ASE de bloc .....	179
10 Diagramme d'états de relations d'applications .....	182
10.1 Primitives .....	182
10.2 Descriptions des états AREP.....	183
10.3 Transitions d'états .....	183
10.4 Descriptions des fonctions.....	184
11 Diagramme protocolaire de mapping de couche DLL .....	185
11.1 Concept .....	185

11.2 Primitives .....	185
11.3 Descriptions des états .....	186
11.4 Transitions d'états .....	186
11.5 Descriptions des fonctions.....	187
Bibliographie.....	188
Figure 1 – Diagramme de passages d'état .....	108
Figure 2 – Primitives échangées par le diagramme d'états protocolaire .....	154
Figure 3 – Diagramme d'états de protocole de l'entité ACE .....	155
Figure 4 – Diagramme d'états de protocole de l'entité FME.....	163
Figure 5 – Diagramme de transitions d'états de l'AAE .....	172
Figure 6 – Diagramme de transitions d'états de l'élément ASE d'événement .....	174
Figure 7 – Diagramme de transitions d'états de l'élément ASE de domaine.....	176
Figure 8 – Diagramme de transitions d'états de l'élément ASE de bloc .....	180
Figure 9 – Diagramme de transitions d'états du point d'extrémité AREP .....	183
Figure 10 – Diagramme de transitions d'états de l'entité ESME.....	186
Tableau 1 – Eléments de la description d'un diagramme d'états.....	109
Tableau 2 – Définition de l'objet d'en-tête MOB de type 14 .....	119
Tableau 3 – Définition de l'objet de descripteur d'appareil de type 14 .....	119
Tableau 4 – Définition de l'objet de synchronisation temporelle .....	120
Tableau 5 – Définition de l'objet de temps de réponse maximum .....	120
Tableau 6 – Définition de l'objet de gestion de la planification des communications de type 14 .....	121
Tableau 7 – Définition de l'objet d'informations sur l'application de l'appareil .....	121
Tableau 8 – Définition de l'en-tête d'informations sur l'application du bloc de fonctions.....	122
Tableau 9 – Définition de l'en-tête d'informations sur l'application du domaine.....	122
Tableau 10 – Définition de l'en-tête d'objet de liaison de type 14 .....	123
Tableau 11 – Définition de l'en-tête d'objet de liaison FRT de type 14.....	123
Tableau 12 – Définition de l'objet d'informations sur l'application du bloc de fonctions .....	124
Tableau 13 – Définition de l'objet de liaison de type 14.....	124
Tableau 14 – Définition de l'objet de liaison FRT de type 14 .....	125
Tableau 15 – Définition de l'objet d'informations sur l'application du domaine .....	126
Tableau 16 – Définition de l'objet de domaine.....	126
Tableau 17 – Définition de l'objet de variable simple.....	127
Tableau 18 – Définition de l'objet d'événement .....	128
Tableau 19 – Définition de l'objet de mapping de ports de type 14 .....	128
Tableau 20 – Définition de l'objet de temporisateur de ports de type 14.....	129
Tableau 21 – Définition de l'objet ErrorType .....	129
Tableau 22 – Encodage de la valeur booléenne TRUE.....	130
Tableau 23 – Encodage de la valeur booléenne FALSE .....	130
Tableau 24 – Encodage du type de données Unsigned8 .....	130
Tableau 25 – Encodage du type de données Unsigned16 .....	130

Tableau 26 – Encodage du type de données Unsigned32 .....	131
Tableau 27 – Encodage du type de données Unsigned64 .....	131
Tableau 28 – Encodage du type de données Int8.....	131
Tableau 29 – Encodage du type de données Int16.....	131
Tableau 30 – Encodage du type de données Int32.....	132
Tableau 31 – Encodage du type de données Int64.....	132
Tableau 32 – Encodage du type de données Real .....	132
Tableau 33 – Encodage du type de données VisibleString .....	132
Tableau 34 – Encodage du type de données OctetString .....	133
Tableau 35 – Encodage du type de données BitString .....	133
Tableau 36 – Encodage du type de données TimeOfDay .....	133
Tableau 37 – Encodage du type de données BinaryDate .....	134
Tableau 38 – Encodage du type de données PrecisionTimeDifference.....	135
Tableau 39 – Encodage de l'en-tête de message de service de la couche application de type 14.....	135
Tableau 40 – Encodage des paramètres de demande du service EM_DetectingDevice.....	136
Tableau 41 – Encodage des paramètres de demande du service EM_OnlineReply .....	136
Tableau 42 – Encodage des paramètres de demande du service EM_GetDeviceAttribute.....	137
Tableau 43 – Encodage des paramètres de réponse positive du service EM_GetDeviceAttribute.....	137
Tableau 44 – Encodage des paramètres de réponse négative du service EM_GetDeviceAttribute.....	138
Tableau 45 – Encodage des paramètres de demande du service EM_ActiveNotification .....	139
Tableau 46 – Encodage des paramètres de demande du service EM_ConfiguringDevice .....	140
Tableau 47 – Encodage des paramètres de réponse positive du service EM_ConfiguringDevice .....	141
Tableau 48 – Encodage des paramètres de réponse négative du service EM_ConfiguringDevice .....	141
Tableau 49 – Encodage des paramètres de demande du service EM_SetDefaultValue.....	141
Tableau 50 – Encodage des paramètres de réponse positive du service EM_SetDefaultValue.....	142
Tableau 51 – Encodage du paquet de refus du service de réinitialisation des attributs de l'appareil .....	142
Tableau 52 – Encodage des paramètres de demande du service DomainDownload .....	142
Tableau 53 – Encodage du paquet de réponse du service DomainDownload .....	143
Tableau 54 – Encodage des paramètres de réponse négative du service DomainDownload.....	143
Tableau 55 – Encodage des paramètres de demande du service DomainUpload .....	143
Tableau 56 – Encodage des paramètres de réponse positive du service DomainUpload .....	144
Tableau 57 – Encodage des paramètres de réponse négative du service DomainUpload .....	144
Tableau 58 – Encodage des paramètres de demande du service EventReport.....	144
Tableau 59 – Encodage des paramètres de demande du service EventReportAcknowledge .....	145

Tableau 60 – Encodage des paramètres de réponse positive du service EventRoportAcknowledge .....	145
Tableau 61 – Encodage des paramètres de réponse négative du service EventRoportAcknowledge .....	145
Tableau 62 – Encodage des paramètres de demande du service ReportConditionChanging .....	145
Tableau 63 – Encodage des paramètres de réponse positive du service ReportConditionChanging .....	146
Tableau 64 – Encodage des paramètres de réponse négative du service ReportConditionChanging .....	146
Tableau 65 – Encodage des paramètres de demande du service Read .....	146
Tableau 66 – Encodage des paramètres de réponse positive du service Read .....	147
Tableau 67 – Encodage des paramètres de réponse négative du service Read .....	147
Tableau 68 – Encodage des paramètres de demande du service Write .....	147
Tableau 69 – Encodage des paramètres de réponse positive du service Write .....	148
Tableau 70 – Encodage des paramètres de réponse négative du service Write .....	148
Tableau 71 – Encodage des paramètres de demande du service VariableDistribute .....	148
Tableau 72 – Encodage des paramètres de demande du service FRTRead .....	148
Tableau 73 – Encodage des paramètres de réponse positive du service FRTRead .....	149
Tableau 74 – Encodage des paramètres de réponse négative du service FRTRead .....	149
Tableau 75 – Encodage des paramètres de demande du service FRTWrite .....	149
Tableau 76 – Encodage des paramètres de réponse positive du service FRTWrite .....	149
Tableau 77 – Encodage des paramètres de réponse négative du service FRTWrite .....	150
Tableau 78 – Encodage des paramètres de demande du service FRTVariableDistribute .....	150
Tableau 79 – Encodage des paramètres de demande du service BlockTransmissionOpen .....	150
Tableau 80 – Encodage des paramètres de réponse positive du service BlockTransmissionOpen .....	151
Tableau 81 – Encodage des paramètres de réponse négative du service BlockTransmissionOpen .....	151
Tableau 82 – Encodage des paramètres de demande du service BlockTransmissionClose .....	151
Tableau 83 – Encodage des paramètres de réponse positive du service BlockTransmissionClose .....	152
Tableau 84 – Encodage des paramètres de réponse négative du service BlockTransmissionClose .....	152
Tableau 85 – Encodage des paramètres de demande du service BlockTransmit .....	152
Tableau 86 – Encodage des paramètres de demande du service BlockTransmissionHeartbeat .....	153
Tableau 87 – Primitives remises par ALU à ALE .....	154
Tableau 88 – Primitives remises par ALE à ALU .....	154
Tableau 89 – Descriptions des états de l'entité ACE .....	154
Tableau 90 – Transitions d'états de l'entité ACE (expéditeur) .....	155
Tableau 91 – Transitions d'états de l'entité ACE (destinataire) .....	157
Tableau 92 – Descriptions APServiceType() .....	161
Tableau 93 – Primitives remises par l'utilisateur ALU à l'entité FME .....	161



Tableau 94 – Primitives remises par l'entité FME à l'utilisateur ALU .....	161
Tableau 95 – Paramètres de primitives échangés entre l'entité FME et l'utilisateur ALU .....	161
Tableau 96 – Primitives remises par l'entité FME à l'entité ESME .....	162
Tableau 97 – Primitives remises par l'entité ESME à l'entité FME .....	162
Tableau 98 – Paramètres de primitives échangés entre l'entité FME et l'entité ESME .....	162
Tableau 99 – Transitions d'états de l'entité FME de type 14 .....	163
Tableau 100 – Descriptions RcvNewIpAddress() .....	166
Tableau 101 – Descriptions Attribute_Set() .....	166
Tableau 102 – Descriptions RestoreDefaults() .....	166
Tableau 103 – Descriptions NewAddress() .....	166
Tableau 104 – Descriptions Restart_Type 14RepeatTimer() .....	167
Tableau 105 – Descriptions Clear_DuplicatePdTagFlag() .....	167
Tableau 106 – Descriptions Type 14RepeatTimerExpire() .....	167
Tableau 107 – Descriptions Send_EM_ReqRspMessage() .....	167
Tableau 108 – Descriptions Send_EM_CommonErrorRsp() .....	167
Tableau 109 – Descriptions SntpSyncLost() .....	168
Tableau 110 – Descriptions IPAddressCollision() .....	168
Tableau 111 – Descriptions RecvMsg() .....	168
Tableau 112 – Descriptions QueryMatch() .....	168
Tableau 113 – Descriptions MessageIDMatch() .....	169
Tableau 114 – Descriptions DeviceId_Match() .....	169
Tableau 115 – Descriptions PdTag_Match() .....	169
Tableau 116 – Descriptions Set_Attribute_Data() .....	169
Tableau 117 – Descriptions Set_DuplicatePdTagFlag() .....	170
Tableau 118 – Primitives adressées par l'utilisateur ALU à l'entité AAE .....	170
Tableau 119 – Primitives adressées par l'entité AAE à l'utilisateur ALU .....	170
Tableau 120 – Paramètres de primitives échangés entre l'entité AAE et l'utilisateur ALU .....	171
Tableau 121 – Primitives adressées par l'entité AAE à l'entité ESME .....	171
Tableau 122 – Primitives adressées par l'entité ESME à l'entité AAE .....	171
Tableau 123 – Paramètres de primitives échangés entre l'entité AAE et l'entité ESME .....	171
Tableau 124 – Descriptions des états de l'entité AAE .....	172
Tableau 125 – Transitions d'états de l'entité AAE (expéditeur) .....	172
Tableau 126 – Transitions d'états de l'entité AAE (destinataire) .....	173
Tableau 127 – Descriptions ServiceType() .....	174
Tableau 128 – Etats de l'élément ASE d'événement .....	174
Tableau 129 – Table de transitions d'états de l'élément ASE d'événement .....	175
Tableau 130 – Etats de l'élément ASE de domaine .....	175
Tableau 131 – Table de transitions d'états de l'élément ASE de domaine .....	176
Tableau 132 – Description Domain_DownloadSucceed() .....	179
Tableau 133 – Description Domain_WriteBuffer() .....	179
Tableau 134 – Description IncrementInvokeDomainCounter() .....	179
Tableau 135 – Description DecrementInvokeDomainCounter() .....	179

Tableau 136 – Valeur d'état de la transmission de bloc.....	180
Tableau 137 – Table de transitions d'états de l'élément ASE de bloc.....	180
Tableau 138 – Descriptions BlockTransmissionOpenSucceed() .....	181
Tableau 139 – Descriptions BlockTransmissionCloseSucceed().....	181
Tableau 140 – Descriptions ReceiveBlockTransmissionHeartbeat_timeout().....	182
Tableau 141 – Primitives adressées par FME (ou AAE) à AREP .....	182
Tableau 142 – Primitives adressées par AREP à FME (ou AAE).....	182
Tableau 143 – Paramètres de primitives échangés entre AREP et FME (ou AAE).....	182
Tableau 144 – Primitives adressées par AREP à ESME.....	183
Tableau 145 – Primitives adressées par ESME à AREP.....	183
Tableau 146 – Paramètres de primitives échangés entre AREP et ESME .....	183
Tableau 147 – Descriptions des états AREP .....	183
Tableau 148 – Transitions des états AREP .....	184
Tableau 149 – Descriptions AREPType() .....	185
Tableau 150 – Descriptions ServiceType().....	185
Tableau 151 – Primitives échangées entre la couche Transport et l'entité ESME .....	185
Tableau 152 – Paramètres de primitives échangés entre la couche Transport et l'entité ESME .....	186
Tableau 153 – Descriptions des états de l'entité ESME.....	186
Tableau 154 – Passages d'état de l'entité ECFME .....	187
Tableau 155 – ServiceType()description .....	187

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

#### Partie 6-14: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 14

#### AVANT-PROPOS

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

L'attention est attirée sur le fait que l'utilisation du type de protocole associé est restreinte par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle. En tout état de cause, l'engagement de renonciation partielle aux droits de propriété intellectuelle pris par les détenteurs de ces droits autorise l'utilisation d'un type de protocole de couche avec les autres protocoles de couche du même type, ou dans des combinaisons avec d'autres types autorisées explicitement par les détenteurs des droits de propriété intellectuelle pour ce type.

NOTE Les combinaisons de types de protocole sont spécifiées dans la CEI 61784-1 et la CEI 61784-2.

La Norme internationale CEI 61158-6-14 a été établie par le sous-comité 65C: Réseaux industriels, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 2010. Cette édition constitue une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- correction des erreurs éditoriales;
- modifications de la spécification de la CPF4;
- mise à jour des exigences de l'ensemble des classes de conformité;
- mise à jour des exigences de l'ensemble des services de conformité.

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

FDIS	Rapport de vote
65C/764/FDIS	65C/774/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote qui a abouti à l'approbation de la présente norme.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61158, publiées sous le titre général *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61158 s'inscrit dans une série créée pour faciliter l'interconnexion des composants de systèmes d'automatisation. Elle est relative aux autres normes de l'ensemble défini par le modèle de référence de bus de terrain "à trois couches" décrit dans la CEI 61158-1.

Le protocole d'application fournit le service d'application au moyen des services disponibles au niveau de la couche Liaison de données ou de la couche immédiatement inférieure. Le principal objectif de la présente norme est de définir un ensemble de règles de communication, exprimées en termes de procédures que doivent suivre les entités d'application (Application Entity, AE) homologues au moment de la communication. Ces règles de communication ont pour vocation de fournir une base de développement stable visant à atteindre différents objectifs:

- en tant que guide pour les développeurs et les concepteurs;
- réaliser les essais et acquérir l'équipement;
- dans un accord d'intégration des systèmes dans l'environnement de systèmes ouverts;
- dans le cadre d'une meilleure compréhension des communications à contrainte de temps au sein de l'OSI.

La présente norme porte en particulier sur la communication et l'interfonctionnement des capteurs, des effecteurs et d'autres appareils d'automatisation. Grâce à cette norme associée à d'autres normes des modèles de référence OSI ou de bus de terrain, des systèmes par ailleurs incompatibles peuvent fonctionner ensemble, quelle que soit leur combinaison.

## RÉSEAUX DE COMMUNICATION INDUSTRIELS – SPÉCIFICATIONS DES BUS DE TERRAIN –

### Partie 6-14: Spécification du protocole de la couche application – Éléments de type 14

#### 1 Domaine d'application

##### 1.1 Généralités

La couche application de bus de terrain (Fieldbus Application Layer, FAL) procure aux programmes de l'utilisateur un moyen d'accès à l'environnement de communication des bus de terrain. A cet égard, la FAL peut être considérée comme une "fenêtre entre programmes d'application correspondants".

La présente norme fournit des éléments communs pour les communications de messagerie en temps critique ou non entre des programmes d'application dans un environnement et avec un matériel d'automatisme spécifiques aux bus de terrain de type 14. Le terme "à temps critique" sert à représenter la présence d'une fenêtre temporelle dans les limites de laquelle une ou plusieurs actions spécifiées sont exigées d'être parachevées avec un certain niveau défini de certitude. Le manquement à parachever les actions spécifiées dans les limites de la fenêtre temporelle risque d'entraîner la défaillance des applications qui demandent ces actions, avec le risque concomitant pour l'équipement, les installations et éventuellement pour la vie humaine.

La présente norme spécifie les interactions entre les applications distantes et définit le comportement, visible par un observateur externe, assuré par la couche application de bus de terrain de type 14, en termes

- a) de syntaxe abstraite formelle définissant les unités de données de protocole de couche application, acheminées entre les entités d'application en communication;
- b) de syntaxe de transfert définissant les règles de codage qui s'appliquent aux unités de données de protocole de couche application;
- c) du diagramme d'états de contexte application définissant le comportement de service application visible entre des entités d'application engagées dans une communication;
- d) de diagrammes d'états de relations d'applications définissant le comportement de communication visible entre les entités d'application en communication.

La présente norme vise à définir le protocole mis en place pour

- a) définir la représentation filaire des primitives de service définies dans la CEI 61158-5-14 et
- b) définir les caractéristiques visibles en externe liées à leur transfert.

La présente norme spécifie le protocole de la couche application de bus de terrain de type 14, en conformité avec le modèle de référence de base OSI (ISO/CEI 7498) et avec la structure de la couche application OSI (ISO/CEI 9545).

##### 1.2 Spécifications

La présente norme a pour principal objectif de préciser la syntaxe et les caractéristiques du protocole de couche application qui transmet les services de couche application définis dans la CEI 61158-5-14.

Un objectif secondaire est de fournir des trajets de migration à partir de protocoles de communications industrielles préexistants. Ce dernier objectif explique la diversité des protocoles normalisés dans la série CEI 61158-6.

### 1.3 Conformité

La présente norme ne définit pas de mises en œuvre ni de produits particuliers, pas plus qu'elle ne limite les mises en œuvre des entités de couche application dans les systèmes d'automatisation industriels. La conformité est obtenue par le biais de la mise en œuvre de cette spécification de protocoles de couche application.

## 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).

NOTE Toutes les parties de la série CEI 61158, ainsi que la CEI 61784-1 et la CEI 61784-2 font l'objet d'une maintenance simultanée. Les références croisées à ces documents dans le texte se rapportent par conséquent aux éditions datées dans la présente liste de références normatives.

CEI 61158-3-14, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 3-14: Définition des services de la couche liaison de données – Éléments de type 14*

CEI 61158-4-14, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 4-14: Spécification du protocole de la couche liaison de données – Éléments de type 14*

CEI 61158-5-14, *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 5-14: Définition des services de la couche application – Éléments de type 14*

CEI 61158-6 (toutes les parties), *Réseaux de communication industriels – Spécifications des bus de terrain – Partie 6: Spécification du protocole de la couche application*

ISO/IEC 646, *Information technology – ISO 7-bit coded character set for information interchange* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 2375, *Information technology – Procedure for registration of escape sequences and coded character sets* (disponible en anglais seulement)

ISO/CEI 7498-1, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle de référence de base – Partie 1: Le modèle de base*

ISO/IEC 8802-3, *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 method and physical layer specifications* (disponible en anglais seulement)

ISO/CEI 8822, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Définition du service de présentation*

ISO/CEI 8824:1990, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Spécification de la notation de syntaxe abstraite numéro 1 (ASN.1)*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Retirée.

ISO/CEI 9545, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Structure de la couche Application*

ISO/CEI 10731, *Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Modèle de Référence de Base – Conventions pour la définition des services OSI*

ISO/IEC/IEEE 60559, *Information technology – Microprocessor Systems – Floating-Point arithmetic* (disponible en anglais seulement)

IEEE 754-2008, *IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic*