IEC 63047

Edition 1.0 2018-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Nuclear instrumentation – Data format for list mode digital data acquisition used in radiation detection and measurement

Instrumentation nucléaire – Format de données pour l'acquisition de données numériques en mode liste utilisées dans la détection et la mesure des rayonnements

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.120.01

ISBN 978-2-8322-6034-0

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

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

CONTENTS

FOREWORD 10
INTRODUCTION 12
1 Scope 13
2 Normative references 13
3 Terms and definitions, abbreviated terms and notations 14
3.1 Terms and definitions 14
3.2 Abbreviated terms 18
3.3 Notations 18
3.3.1 Graphical notation 18
3.3.2 ASN.1 notation 18
3.3.3 Decimal separator 19
3.3.4 Hexadecimal and binary numbers 19
4 General requirements 19
4.1 How to use this document 19
4.2 The use of Abstract Syntax Notation One (ASN.1) 19
4.2.1 General 19
4.2.2 Encoding rule 19
4.2.3 Extensibility 19
4.2.4 Object identifier 20
4.2.5 Optional and default elements 20
4.3 The concept of list-mode data acquisition 20
4.4 Channels and devices in a data file or stream 21
4.5 Applicability to data files and streams 22
4.6 Relation with IEC 62755 data format files 23
4.7 Data security 24
5 ASN.1 type definitions 24
5.1 Overview 24
5.2 ASN.1 types 27
5.3 The `REAL32` and `REAL64` type 27
5.3.1 Definition 27
5.3.2 Use 27
5.4 The `REAL32List`, `REAL64List` and `INTEGERList` types 27
5.4.1 Definition 27
5.4.2 Use 28
5.5 The `Numeric` type 28
5.5.1 Definition 28
5.5.2 Use 28
5.6 The `UTCDateTime` 28
5.6.1 Definition 28
5.6.2 Use 28
5.7 The `Range` type 28
5.7.1 Definition 28
5.7.2 Use 28
5.8 The `TimeStamp` type 29
5.8.1 Definition 29
5.8.2 Use 29

5.9 The SyncStatus type 29
5.9.1 Definition 29
5.9.2 Use 29
5.10 The FlagKind type 29
5.10.1 Definition 29
5.10.2 Use 29
5.11 The AccuracyKind type 30
5.11.1 Definition 30
5.11.2 Use 30
5.12 The Listmodedata type 30
5.12.1 Definition 30
5.12.2 Use 30
5.13 The Header type 31
5.13.1 Definition 31
5.13.2 Use 31
5.13.3 The standardID element 32
5.13.4 The listModeDataID element 32
5.13.5 The listModeDataPart and listModeDataNParts elements 32
5.13.6 The measSetupID element 32
5.13.7 The measSetupDescription element 32
5.13.8 The iec62755 element 32
5.13.9 The radSource element 32
5.13.10 The start element 33
5.13.11 The startAccuracy element 33
5.13.12 The deviceList element 33
5.13.13 The channelList element 33
5.13.14 The messageList element 34
5.14 The IEC62755 type 34
5.14.1 Definition 34
5.14.2 Use 34
5.15 The Device type 35
5.15.1 Definition 35
5.15.2 Use 35
5.15.3 The name, manuf, model and serial elements 35
5.16 The Channel type 35
5.16.1 Definition 35
5.16.2 Use 36
5.16.3 The deviceID element 36
5.16.4 The kind and physicalChannel elements 36
5.16.5 The name element 36
5.16.6 The description element 36
5.16.7 The parameters element 36
5.16.8 The delay element 37
5.16.9 The refClock and syncStatus elements 37
5.16.10 The adcSamplingRate element 37
5.16.11 The adcBitResolution element 37
5.16.12 The adcJitterRMS and timeStampJitterRMS elements 37

5.16.13 The fineTimeBitResolution element 37
5.16.14 The clockFrequency element 38
5.16.15 The eventPropertyList element 38
5.17 The EventProperty type 38
5.17.1 Definition 38
5.17.2 Use 38
5.18 The EventList type 39
5.18.1 Definition 39
5.18.2 Use 39
5.18.3 The listModeDataID element 39
5.18.4 The listModeDataPart element 39
5.18.5 The id element 39
5.18.6 The eventList element 39
5.19 The Event type 40
5.19.1 Definition 40
5.19.2 Use 40
5.20 The EventPulse and EventPulseProperty types 40
5.20.1 Definition 40
5.20.2 Use 40
5.20.3 The channelID element 40
5.20.4 The timeStamp element 41
5.20.5 The valueList, valueTypeList and valueDescriptionList elements 41
5.20.6 The flags, flagDescriptionList and flagKindList elements 42
5.20.7 The description element 43
5.21 The EventDigitalSignalList and EventDigitalSignalListProperty types 43
5.21.1 Definition 43
5.21.2 Use 43
5.21.3 The channelID element 43
5.21.4 The timeStamp element 43
5.21.5 The digitalSignalList and digitalSignalPropertyList elements 43
5.21.6 The flagDescriptionList and flagKindList elements 43
5.21.7 The description element 44
5.22 The DigitalSignal and DigitalSignalProperty type 44
5.22.1 Definition 44
5.22.2 Use 44
5.22.3 The samplingRate and defaultSamplingRate element 45
5.22.4 The range and defaultRange element 45
5.22.5 The delay element 45
5.22.6 The samples element 45
5.22.7 The flags element 46
5.22.8 The description element 46
5.22.9 The unit element 46
5.22.10 The samplesType element 46
5.23 The EventTime and EventTimeProperty types 46
5.23.1 Definition 46

5.23.2 Use 46
5.23.3 The channelID element 47
5.23.4 The timeStamp element 47
5.23.5 The sinceStart and sincePrevious elements 47
5.23.6 The description element 47
5.24 The EventRollover and EventRolloverProperty types 47
5.24.1 Definition 47
5.24.2 Use 47
5.24.3 The channelID element 48
5.24.4 The nRollovers element 48
5.24.5 The description element 48
5.24.6 The timeStampCounterBits element 48
5.25 The EventRTC and EventRTCProperty types 48
5.25.1 Definition 48
5.25.2 Use 48
5.25.3 The channelID element 49
5.25.4 The timeStamp element 49
5.25.5 The realtimeclock element 49
5.25.6 The syncStatus element 49
5.25.7 The description element 49
5.26 The EventLogic and EventLogicProperty types 49
5.26.1 Definition 49
5.26.2 Use 50
5.26.3 The channelID element 50
5.26.4 The timeStamp element 50
5.26.5 The flags, flagDescriptionList and flagKindList elements 50
5.26.6 The description element 50
5.27 The EventGeo and EventGeoProperty types 50
5.27.1 Definition 50
5.27.2 Use 51
5.27.3 The channelID element 51
5.27.4 The timeStamp element 51
5.27.5 The position element 51
5.27.6 The orientation element 51
5.27.7 The speed element 51
5.27.8 The description element 51
5.28 The Position type 52
5.28.1 Definition 52
5.28.2 Use 52
5.29 The GeographicPoint type 52
5.29.1 Definition 52
5.29.2 Use 52
5.29.3 The latitude element 52
5.29.4 The longitude element 52
5.29.5 The elevation element 53
5.29.6 The elevationOffset element 53
5.29.7 The geopointAccuracy element 53

5.29.8 The elevationAccuracy element 53
5.29.9 The elevationOffsetAccuracy element 53
5.29.10 The datum element 53
5.30 The RelativeLocation type 53
5.30.1 Definition 53
5.30.2 Use 53
5.30.3 The rellocAzimuth element 54
5.30.4 The rellocInclination element 54
5.30.5 The distance element 54
5.30.6 The origin element 54
5.31 The Orientation type 55
5.31.1 Definition 55
5.31.2 Use 55
5.31.3 The azimuth element 55
5.31.4 The inclination element 55
5.31.5 The roll element 56
5.32 The EventMeasurementList and EventMeasurementListProperty types 56
5.32.1 Definition 56
5.32.2 Use 56
5.32.3 The channelID element 56
5.32.4 The timeStamp element 56
5.32.5 The measurementList element 56
5.32.6 The description element 57
5.32.7 The measurementPropertyList element 57
5.33 The Measurement and MeasurementProperty types 57
5.33.1 Definition 57
5.33.2 Use 57
5.33.3 The value element 57
5.33.4 The accuracy and defaultAccuracy elements 57
5.33.5 The description element 58
5.33.6 The quantity element 58
5.33.7 The accuracyKind element 58
5.33.8 The unit element 58
5.33.9 The valueType element 58
5.33.10 The accuracyType element 58
5.34 The EventHistogram1DList and EventHistogram1DListProperty types 58
5.34.1 Definition 58
5.34.2 Use 58
5.34.3 The channelID element 59
5.34.4 The timeStamp element 59
5.34.5 The histogram1DList element 59
5.34.6 The description element 59
5.34.7 The histogram1DPropertyList element 59
5.35 The Histogram1D and Histogram1DProperty types 59
5.35.1 Definition 59

5.35.2 Use 60
5.35.3 The allBins element 60
5.35.4 The binList element 60
5.35.5 The description element 60
5.35.6 The histogramKind element 60
5.35.7 The accumulation element 61
5.35.8 The binContentType element 61
5.35.9 The nBinsX element 61
5.35.10 The quantityX and quantityY elements 61
5.35.11 The unitX and unitY elements 61
5.35.12 The rangeX and rangeY elements 61
5.36 The EventHistogram2DList and EventHistogram2DListProperty types 61
5.36.1 Definition 61
5.36.2 Use 61
5.37 The Histogram2D and Histogram2DProperty types 62
5.37.1 Definition 62
5.37.2 Use 62
5.38 The EventMessage and EventMessageProperty types 63
5.38.1 Definition 63
5.38.2 Use 63
5.38.3 The channelID element 63
5.38.4 The timeStamp element 63
5.38.5 The txtMessage element 63
5.38.6 The binMessage element 63
5.38.7 The description element 64
5.39 The Footer type 64
5.39.1 Definition 64
5.39.2 Use 64
5.39.3 The listModeDataID element 64
5.39.4 The listModeDataPart element 64
5.39.5 The lastEventListid element 64
5.39.6 The stop element 64
5.39.7 The totalDeadTimeList and totalLiveTimeList elements 64
6 How to use the list-mode data format defined in this document 65
6.1 General 65
6.2 Using timestamps 65
6.3 Dealing with timestamp counter rollover 67
6.4 Optimising the size of timestamp and rollover event encodings 68
6.5 Specifying high-precision event timing 68
6.5.1 General 68
6.5.2 Randomisation of *FINE_TIME values to resolve binning issues 68
6.6 Specifying events of different types in the same list-mode data 69
6.7 Representing data from one device and one channel 71
6.8 Encoding/decoding data for writing to/reading from a file or stream 73
6.8.1 General requirements 73
6.8.2 Writing encoded data to a file 73
6.8.3 Writing encoded data to a stream 79

6.8.4 Reading encoded data from a file 79
6.8.5 Reading encoded data from a stream 79
6.9 Representing data from more than one channel 80
6.10 Representing data from more than one device 82
6.11 Specifying dead time 83
6.11.1 Dead time, real time and live time 83
6.11.2 Using flags to identify pile-up 84
6.11.3 Associating dead time to individual pulses 86
6.11.4 Specifying dead time and live/real time not associated to individual pulses 87
6.11.5 Specifying different sources of dead time 88
6.12 Representing logic events 89
6.13 Representing digital signals 90
6.14 Representing one-dimensional histograms 92
6.15 Representing text or binary data in any format 93
6.15.1 General 93
6.15.2 Text messages 93
6.15.3 Binary or text data in any format 93
6.15.4 Sending IEC 62755 data 94
Annex A (informative) Complete ASN.1 syntax for list-mode data 95
A.1 ASN.1 syntax 95
Annex B (informative) Introduction to ASN.1 105
B.1 General 105
B.2 ASN.1 essentials 105
B.3 Advantages of ASN.1 106
B.4 Available tools 106
B.5 ASN.1 workflow – an example 106
B.5.1 Overview 106
B.5.2 ASN.1 specification 107
B.5.3 Choice of encoding rule 107
B.5.4 Encoding 107
B.5.5 Transmission or storage 108
B.5.6 Decoding 108

Figure 1 – Graphical notations used in this document. 18
Figure 2 – Typical data acquisition device controlled by a local computer, which stores list-mode data on a local drive and/or sends it to a remote computer 20
Figure 3 – Example of combining channels in one or more data files 22
Figure 4 – This document applies to data files and data streams 23
Figure 5 – Relations between IEC 63047 and IEC 62755 data files 24
Figure 6 – Example with seven values of the `Listmodedata` type (one value of the `Header` type, followed by five values of the `EventList` type and one value of the `Footer` type) 26
Figure 7 – Structure of list-mode data files. A rectangle represents the encoding of a value of the `Listmodedata` type 31
Figure 8 – Location of an object in polar coordinates from the reference point 54
Figure 9 – Object orientation relative to azimuth, inclination and roll angles 55
Figure 10 – Example of timestamp counter rollover 67

Figure 11 – Example of plotting 10 000 000 random 10-bit `INTEGER` values in 1 000 bins, after converting to a real number between 0 and 1 69

Figure 12 – Arrangement of one detector and one data acquisition device, resulting in one channel 71

Figure 13 – Example of a data acquisition device providing data from three channels: two radiation detectors and one internal temperature sensor 80

Figure 14 – Example where the local computer controls and stores data from two data acquisition devices 82

Figure 15 – Dead time associated to individual pulses 84

Figure B.1 – The complete encoding of the example `value1`, using the C-OER encoding rule 108

Figure B.2 – Example of transmitting an encoded value 109

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

NUCLEAR INSTRUMENTATION – DATA FORMAT FOR LIST MODE DIGITAL DATA ACQUISITION USED IN RADIATION DETECTION AND MEASUREMENT

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 63047 has been prepared by IEC Technical Committee 45: Nuclear instrumentation.

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

CDV	Report on voting
45/842/CDV	45/848/RVC

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

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

In this standard, the following print types are used:

- Names of data types, elements and definitions in ASN.1: in `Courier New`

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

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

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

INTRODUCTION

In the context of this document, digital data acquisition devices are high-performance measuring instruments that sample signals from radiation detectors in order to store and process them in a digital manner. They offer advantages over conventional data acquisition systems: they are in general faster and cope better with high count rates, are more compact and less expensive per input channel. They allow easier integration of many radiation detectors in the same system, which results in benefits for nuclear physics. In addition, the real-time processing provided by digital data acquisition systems allows new applications in for example nuclear security and safeguards. They enable off-line processing and re-analysis of acquisition data which may improve the accuracy of radioactivity measurement, and enable computational analysis of individual detector or system response data.

The equipment to which this document applies is commonly known as "digitisers", and may offer signal processing with digital signal processors (DSP) or field-programmable gate arrays (FPGAs). To reduce the amount of data to be stored or transferred, these devices are programmed to extract only the properties of interest, such as the pulse height, pulse area, sub-areas, rise time or pulse shape, and the timestamp of the events associated with the interaction of radiation in a detector. Alternatively, they may also offer the partial or full recording of the digital signal for more advanced processing. This type of time-stamped data is often called "list-mode data" which may be stored for off-line processing and analysis by software.

Typically, digital data acquisition devices are controlled by a computer, which may be embedded in the device, and which runs proprietary or custom-made data acquisition software. Instrument drivers take care of the communication with the data acquisition device. This document specifies the format of the data presented by digital data acquisition devices, primarily used for accurate laboratory measurements, but also for new applications in nuclear safety, security and safeguards. The data may be stored on a local or remote computer, or may be streamed to a remote computer in a network.

This document relies on ASN.1 notation. ASN.1 is an internationally-standardised, vendor-, platform- and language-independent notation to specify data structures at a high level of abstraction. The ASN.1 notation standard is complemented with standardised encoding rules, which are independent of the notation, and again are platform- and language-independent. The encoding rules determine the precise bit-patterns in which values of these data structures are represented, when they are stored in a file or transferred to another computer over a network. Tools are available that facilitate the implementation of this document in software for data acquisition and analysis.

NUCLEAR INSTRUMENTATION – DATA FORMAT FOR LIST MODE DIGITAL DATA ACQUISITION USED IN RADIATION DETECTION AND MEASUREMENT

1 Scope

This international standard specifies the format of binary list-mode data at the output of digital data acquisition devices used for the detection and measurement of radiation. Such data acquisition devices may employ digital signal processors (DSPs) and field-programmable gate arrays (FPGAs) in combination with memory and a communication interface with a computer.

This document is applicable to those data acquisition devices which are able to record and present interaction data of radiation in detectors on an event-per-event basis, with data stored in an output file or streamed to a remote computer. Such list-mode data typically contains timestamp and energy information, but may also contain digital signals or properties like rise time or sub-areas of signals computed by the DSP or FPGA from the signal samples.

It is not the scope of this document to specify the communication protocol between data acquisition hardware and the instrument drivers. Instead, it specifies a standard format for the presentation of data acquired by one or more acquisition devices, to the user or user application.

This document only specifies the binary formatting of data. The formatted data may be sent or stored as specified by other protocols. Also, commands to control data acquisition devices are not included in this document.

This document does not put requirements on encryption or authentication of data. However, data is canonically encoded in the format of this document, which allows the application of data security algorithms.

This document does not replace IEC 62755. This document provides optional mechanisms to include IEC 62755 formatted data into list-mode data.

This document does not apply to data acquisition devices used as instrumentation and control systems in nuclear power plants, nor other safety-critical applications. It is also not intended for medical applications.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 62755, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials*

ISO/IEC 8824-1:2015, ITU-T X.680, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation*

ISO/IEC 8825-7, ITU-T X.696, *Information technology – ASN.1 encoding rules: Specification of Octet Encoding Rules (OER)* and *Technical Corrigendum 1 and Technical Corrigendum 2*

ISO/IEC 9834, ITU-T X.660, *Information technology – Procedures for the operation of object identifier registration authorities: General procedures and top arcs of the international object identifier tree*

ISO/IEC 10646:2017, *Information technology – Universal Coded Character Set (UCS)*

ISO 8601, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 118
INTRODUCTION 120
1 Domaine d'application 121
2 Références normatives 121
3 Termes et définitions, termes abrégés et notations 122
3.1 Termes et définitions 122
3.2 Termes abrégés 126
3.3 Notations 126
3.3.1 Notation graphique 126
3.3.2 Notation ASN.1 127
3.3.3 Séparateur décimal 127
3.3.4 Nombres hexadécimaux et nombres binaires 127
4 Exigences générales 128
4.1 Utilisation du présent document 128
4.2 Utilisation de la notation de syntaxe abstraite numéro un (ASN.1) 128
4.2.1 Généralités 128
4.2.2 Règle de codage 128
4.2.3 Capacité d'extension 128
4.2.4 Identificateur d'objet 128
4.2.5 Eléments facultatifs et éléments par défaut 129
4.3 Concept d'acquisition de données en mode liste 129
4.4 Canaux et dispositifs dans un fichier ou un flux de données 130
4.5 Applicabilité aux fichiers et flux de données 131
4.6 Relation avec les fichiers au format de données IEC 62755 132
4.7 Sécurité des données 133
5 Définitions de type ASN.1 133
5.1 Vue d'ensemble 133
5.2 Types ASN.1 136
5.3 Types `REAL32` et `REAL64` 136
5.3.1 Définition 136
5.3.2 Utilisation 136
5.4 Types `REAL32List`, `REAL64List` et `INTEGERList` 136
5.4.1 Définition 136
5.4.2 Utilisation 137
5.5 Type `Numeric` 137
5.5.1 Définition 137
5.5.2 Utilisation 137
5.6 Type `UTCDateTime` 137
5.6.1 Définition 137
5.6.2 Utilisation 137
5.7 Type `Range` 137
5.7.1 Définition 137
5.7.2 Utilisation 137
5.8 Type `TimeStamp` 138
5.8.1 Définition 138
5.8.2 Utilisation 138

5.9 Type SyncStatus 138
5.9.1 Définition 138
5.9.2 Utilisation 138
5.10 Type FlagKind 138
5.10.1 Définition 138
5.10.2 Utilisation 138
5.11 Type AccuracyKind 139
5.11.1 Définition 139
5.11.2 Utilisation 139
5.12 Type Listmodedata 139
5.12.1 Définition 139
5.12.2 Utilisation 139
5.13 Type Header 140
5.13.1 Définition 140
5.13.2 Utilisation 140
5.13.3 Elément standardID 141
5.13.4 Elément listModeDataID 141
5.13.5 Eléments listModeDataPart et listModeDataNParts 141
5.13.6 Elément measSetupID 141
5.13.7 Elément measSetupDescription 141
5.13.8 Elément iec62755 141
5.13.9 Elément radSource 141
5.13.10 Elément start 142
5.13.11 Elément startAccuracy 142
5.13.12 Elément deviceList 142
5.13.13 Elément channelList 142
5.13.14 Elément messageList 143
5.14 Type IEC62755 143
5.14.1 Définition 143
5.14.2 Utilisation 143
5.15 Type Device 144
5.15.1 Définition 144
5.15.2 Utilisation 144
5.15.3 Eléments name, manuf, model et serial 144
5.16 Type Channel 144
5.16.1 Définition 144
5.16.2 Utilisation 145
5.16.3 Elément deviceID 145
5.16.4 Eléments kind et physicalChannel 145
5.16.5 Elément name 145
5.16.6 Elément description 145
5.16.7 Elément parameters 145
5.16.8 Elément delay 146
5.16.9 Eléments refClock et syncStatus 146
5.16.10 Elément adcSamplingRate 146
5.16.11 Elément adcBitResolution 146
5.16.12 Eléments adcJitterRMS et timeStampJitterRMS 146

5.16.13 Elément fineTimeBitResolution 147
5.16.14 Elément clockFrequency 147
5.16.15 Elément eventPropertyList 147
5.17 Type EventProperty 148
5.17.1 Définition 148
5.17.2 Utilisation 148
5.18 Type EventList 148
5.18.1 Définition 148
5.18.2 Utilisation 148
5.18.3 Elément listModeDataID 148
5.18.4 Elément listModeDataPart 149
5.18.5 Elément id 149
5.18.6 Elément eventList 149
5.19 Type Event 149
5.19.1 Définition 149
5.19.2 Utilisation 149
5.20 Type EventPulse et EventPulseProperty 150
5.20.1 Définition 150
5.20.2 Utilisation 150
5.20.3 Elément channelID 150
5.20.4 Elément timeStamp 150
5.20.5 Eléments valueList, valueTypeList et valueDescriptionList 150
5.20.6 Eléments flags, flagDescriptionList et flagKindList 152
5.20.7 Elément description 153
5.21 Types EventDigitalSignalList et EventDigitalSignalListProperty 153
5.21.1 Définition 153
5.21.2 Utilisation 153
5.21.3 Elément channelID 153
5.21.4 Elément timeStamp 153
5.21.5 Eléments digitalSignalList et digitalSignalPropertyList 153
5.21.6 Eléments flagDescriptionList et flagKindList 153
5.21.7 Elément description 154
5.22 Types DigitalSignal et DigitalSignalProperty 154
5.22.1 Définition 154
5.22.2 Utilisation 154
5.22.3 Eléments samplingRate et defaultSamplingRate 155
5.22.4 Eléments range et defaultRange 155
5.22.5 Elément delay 155
5.22.6 Elément samples 155
5.22.7 Elément flags 156
5.22.8 Elément description 156
5.22.9 Elément unit 156
5.22.10 Elément samplesType 156
5.23 Types EventTime et EventTimeProperty 157
5.23.1 Définition 157
5.23.2 Utilisation 157

5.23.3 Elément channelID 157
5.23.4 Elément timeStamp 157
5.23.5 Eléments sinceStart et sincePrevious 157
5.23.6 Elément description 158
5.24 Types EventRollover et EventRolloverProperty 158
5.24.1 Définition 158
5.24.2 Utilisation 158
5.24.3 Elément channelID 158
5.24.4 Elément nRollovers 159
5.24.5 Elément description 159
5.24.6 Elément timeStampCounterBits 159
5.25 Types EventRTC et EventRTCProperty 159
5.25.1 Définition 159
5.25.2 Utilisation 159
5.25.3 Elément channelID 160
5.25.4 Elément timeStamp 160
5.25.5 Elément realtimeclock 160
5.25.6 Elément syncStatus 160
5.25.7 Elément description 160
5.26 Types EventLogic et EventLogicProperty 161
5.26.1 Définition 161
5.26.2 Utilisation 161
5.26.3 Elément channelID 161
5.26.4 Elément timeStamp 161
5.26.5 Eléments flags, flagDescriptionList et flagKindList 161
5.26.6 Elément description 161
5.27 Types EventGeo et EventGeoProperty 162
5.27.1 Définition 162
5.27.2 Utilisation 162
5.27.3 Elément channelID 162
5.27.4 Elément timeStamp 162
5.27.5 Elément position 162
5.27.6 Elément orientation 162
5.27.7 Elément speed 162
5.27.8 Elément description 162
5.28 Type Position 163
5.28.1 Définition 163
5.28.2 Utilisation 163
5.29 Type GeographicPoint 163
5.29.1 Définition 163
5.29.2 Utilisation 163
5.29.3 Elément latitude 163
5.29.4 Elément longitude 163
5.29.5 Elément elevation 164
5.29.6 Elément elevationOffset 164
5.29.7 Elément geopointAccuracy 164
5.29.8 Elément elevationAccuracy 164

5.29.9 Elément elevationOffsetAccuracy 164
5.29.10 Elément datum 164
5.30 Type RelativeLocation 164
5.30.1 Définition 164
5.30.2 Utilisation 164
5.30.3 Elément rellocAzimuth 165
5.30.4 Elément rellocInclination 165
5.30.5 Elément distance 165
5.30.6 Elément origin 166
5.31 Type Orientation 166
5.31.1 Définition 166
5.31.2 Utilisation 166
5.31.3 Elément azimuth 166
5.31.4 Elément inclination 167
5.31.5 Elément roll 167
5.32 Types EventMeasurementList et EventMeasurementListProperty 167
5.32.1 Définition 167
5.32.2 Utilisation 167
5.32.3 Elément channelID 167
5.32.4 Elément timeStamp 168
5.32.5 Elément measurementList 168
5.32.6 Elément description 168
5.32.7 Elément measurementPropertyList 168
5.33 Types Measurement et MeasurementProperty 168
5.33.1 Définition 168
5.33.2 Utilisation 168
5.33.3 Elément value 169
5.33.4 Eléments accuracy et defaultAccuracy 169
5.33.5 Elément description 169
5.33.6 Elément quantity 169
5.33.7 Elément accuracyKind 169
5.33.8 Elément unit 169
5.33.9 Elément valueType 169
5.33.10 Elément accuracyType 169
5.34 Types EventHistogram1DList et EventHistogram1DListProperty 170
5.34.1 Définition 170
5.34.2 Utilisation 170
5.34.3 Elément channelID 170
5.34.4 Elément timeStamp 170
5.34.5 Elément histogram1DList 170
5.34.6 Elément description 170
5.34.7 Elément histogram1DPropertyList 170
5.35 Types Histogram1D et Histogram1DProperty 171
5.35.1 Définition 171
5.35.2 Utilisation 171
5.35.3 Elément allBins 172
5.35.4 Elément binList 172

5.35.5 Elément description 172
5.35.6 Elément histogramKind 172
5.35.7 Elément accumulation 172
5.35.8 Elément binContentType 172
5.35.9 Elément nBinsX 172
5.35.10 Eléments quantityX et quantityY 172
5.35.11 Eléments unitX et unitY 172
5.35.12 Eléments rangeX et rangeY 173
5.36 Types EventHistogram2DList et EventHistogram2DListProperty 173
5.36.1 Définition 173
5.36.2 Utilisation 173
5.37 Types Histogram2D et Histogram2DProperty 174
5.37.1 Définition 174
5.37.2 Utilisation 174
5.38 Types EventMessage et EventMessageProperty 175
5.38.1 Définition 175
5.38.2 Utilisation 175
5.38.3 Elément channelID 175
5.38.4 Elément timeStamp 175
5.38.5 Elément txtMessage 175
5.38.6 Elément binMessage 175
5.38.7 Elément description 176
5.39 Type Footer 176
5.39.1 Définition 176
5.39.2 Utilisation 176
5.39.3 Elément listModeDataID 176
5.39.4 Elément listModeDataPart 176
5.39.5 Elément lastEventListid 176
5.39.6 Elément stop 176
5.39.7 Eléments totalDeadTimeList et totalLiveTimeList 177
6 Utilisation du format de données en mode liste défini dans le présent document 177
6.1 Généralités 177
6.2 Utilisation des horodatages 177
6.3 Traitement du retour à zéro du compteur d'horodatage 179
6.4 Optimisation de la taille des codages d'horodatage et d'événement de retour à zéro 180
6.5 Spécification de la synchronisation d'événements haute précision 180
6.5.1 Généralités 180
6.5.2 Randomisation des valeurs *FINE_TIME pour résoudre les problèmes de compartimentage 181
6.6 Spécification des événements de différents types dans les mêmes données en mode liste 182
6.7 Représentation des données provenant d'un dispositif et d'un canal 183
6.8 Codage/décodage des données pour l'écriture dans un fichier ou un flux, ou pour la lecture d'un fichier ou d'un flux 185
6.8.1 Exigences générales 185
6.8.2 Ecriture de données codées dans un fichier 185
6.8.3 Ecriture de données codées dans un flux 191

6.8.4 Lecture de données codées d'un fichier 192
6.8.5 Lecture de données codées d'un flux 192
6.9 Représentation des données provenant de plusieurs canaux 192
6.10 Représentation des données provenant de plusieurs dispositifs 195
6.11 Spécification du temps mort 196
6.11.1 Temps mort, temps réel et temps actif 196
6.11.2 Utilisation de drapeaux pour identifier un empilement 197
6.11.3 Association du temps mort à des impulsions individuelles 199
6.11.4 Spécification du temps mort et du temps actif/réel non associés à des impulsions individuelles 200
6.11.5 Spécification de différentes sources de temps mort 201
6.12 Représentation d'événements logiques 202
6.13 Représentation des signaux numériques 203
6.14 Représentation d'histogrammes à une dimension 205
6.15 Représentation de données textuelles ou binaires dans n'importe quel format 206
6.15.1 Généralités 206
6.15.2 Messages textuels 206
6.15.3 Données binaires ou textuelles dans n'importe quel format 206
6.15.4 Envoi de données IEC 62755 207
Annexe A (informative) Syntaxe ASN.1 complète des données en mode liste 208
A.1 Syntaxe ASN.1 208
Annexe B (informative) Présentation d'ASN.1 218
B.1 Généralités 218
B.2 Points essentiels concernant ASN.1 218
B.3 Avantages d'ASN.1 219
B.4 Outils disponibles 219
B.5 Flux de travaux ASN.1 – Exemple 220
B.5.1 Vue d'ensemble 220
B.5.2 Spécification ASN.1 220
B.5.3 Choix de la règle de codage 220
B.5.4 Codage 221
B.5.5 Transmission ou stockage 222
B.5.6 Décodage 222

Figure 1 – Notations graphiques utilisées dans le présent document 127
Figure 2 – Dispositif d'acquisition de données classique commandé par un ordinateur local, qui stocke les données en mode liste sur une unité locale et/ou les envoie vers un ordinateur éloigné 129
Figure 3 – Exemples de combinaisons de canaux en un ou plusieurs fichiers de données 130
Figure 4 – Le présent document s'applique aux fichiers de données et aux flux de données 131
Figure 5 – Relations entre les fichiers de données IEC 63047 et IEC 62755 132
Figure 6 – Exemple avec sept valeurs du type `Listmodedata` (une valeur du type `Header`, suivie de cinq valeurs du type `EventList` et d'une valeur du type `Footer`) 135
Figure 7 – Structure des fichiers de données en mode liste. Un rectangle représente le codage d'une valeur du type `Listmodedata` 140

Figure 8 – Emplacement d'un objet en coordonnées polaires par rapport au point de référence 165
Figure 9 – Orientation de l'objet par rapport aux angles d'azimut, d'inclinaison et de roulis 166
Figure 10 – Exemple de retour à zéro du compteur d'horodatage 180
Figure 11 – Exemple de tracé de 10 000 000 valeurs aléatoires au format `INTEGER` de 10 bits dans 1 000 compartiments, après conversion en un nombre réel compris entre 0 et 1 181
Figure 12 – Disposition d'un détecteur et d'un dispositif d'acquisition de données, donnant lieu à un canal 183
Figure 13 – Exemple de dispositif d'acquisition de données fournissant des données provenant de trois canaux: deux détecteurs de rayonnement et un capteur de température interne 193
Figure 14 – Exemple dans lequel l'ordinateur local commande et stocke les données provenant de deux dispositifs d'acquisition de données 195
Figure 15 – Temps mort associé à des impulsions individuelles 197
Figure B.1 – Codage complet de l'exemple `value1`, utilisant la règle de codage C-OER 222
Figure B.2 – Exemple de transmission d'une valeur codée 222

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – FORMAT DE DONNÉES POUR L'ACQUISITION DE DONNÉES NUMÉRIQUES EN MODE LISTE UTILISÉES DANS LA DÉTECTION ET LA MESURE DES RAYONNEMENTS

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 63047 a été établie par le comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire.

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

CDV	Rapport de vote
45/842/CDV	45/848/RVC

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

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

Dans cette norme, les caractères suivants sont utilisés:

- Les noms des types de données, les éléments et les définitions ASN.1: en `Courier New`

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

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

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

INTRODUCTION

Dans le contexte du présent document, les dispositifs d'acquisition de données numériques sont des instruments de mesure aux performances élevées, qui échantillonnent les signaux provenant de détecteurs de rayonnement afin de les stocker et de les traiter de manière numérique. Ils présentent certains avantages sur les systèmes conventionnels d'acquisition de données: ils sont en général plus rapides et supportent mieux les taux de comptage élevés, et sont plus compacts et moins onéreux par canal d'entrée. Ils facilitent l'intégration de nombreux détecteurs de rayonnement dans le même système, ce qui profite à la physique nucléaire. De plus, le traitement en temps réel assuré par les systèmes d'acquisition de données numériques permet de créer de nouvelles applications autour de la sécurité et de la protection nucléaires, par exemple. Ces dispositifs permettent le traitement et la réanalyse hors ligne des données d'acquisition, ce qui peut améliorer l'exactitude des mesures de la radioactivité, et permettent l'analyse informatique des données de réponse du détecteur ou du système individuel.

L'équipement auquel le présent document s'applique est souvent appelé "numériseur" et peut assurer le traitement du signal avec des processeurs de signal numérique (DSP – Digital Signal Processor) ou des réseaux de portes programmables sur site (FPGA – Field-Programmable Gate Array). Pour réduire la quantité de données à stocker ou transférer, ces dispositifs sont programmés pour n'extraire que les propriétés à l'étude (l'amplitude d'impulsion, le domaine d'impulsion, les sous-domaines, le temps de montée ou la forme d'impulsion, par exemple) et l'horodatage des événements liés à l'interaction du rayonnement dans un détecteur. Par ailleurs, ils peuvent également assurer l'enregistrement partiel ou complet du signal numérique pour un traitement plus avancé. Ce type de données horodatées est souvent appelé "données en mode liste"; elles peuvent être stockées pour le traitement et l'analyse hors ligne par un logiciel.

En règle générale, les dispositifs d'acquisition de données numériques sont commandés par un ordinateur qui peut être intégré dans les dispositifs et qui exécute un logiciel d'acquisition de données propriétaire ou personnalisé. Les pilotes d'instrument assurent la communication avec ces dispositifs. Le présent document spécifie le format des données présentées par les dispositifs d'acquisition de données numériques, essentiellement utilisés pour procéder à des mesurages de laboratoire précis, mais également pour obtenir de nouvelles applications en matière de sûreté, de sécurité et de protection nucléaires. Les données peuvent être stockées sur un ordinateur local ou éloigné, ou peuvent être diffusées vers un ordinateur éloigné du réseau.

Le présent document s'appuie sur la notation ASN.1. ASN.1 est une notation normalisée au niveau international, indépendante du fournisseur, de la plateforme et du langage. Elle vise à spécifier les structures de données à un niveau élevé d'abstraction. La norme de notation ASN.1 est complétée par des règles de codage normalisées, qui sont indépendantes de la notation et, encore une fois, indépendantes de la plateforme et du langage. Les règles de codage déterminent les configurations binaires précises dans lesquelles les valeurs de ces structures de données sont représentées, lorsqu'elles sont stockées dans un fichier ou transférées vers un autre ordinateur d'un réseau. Des outils sont disponibles pour faciliter la mise en œuvre du présent document dans les logiciels d'acquisition et d'analyse des données.

INSTRUMENTATION NUCLÉAIRE – FORMAT DE DONNÉES POUR L'ACQUISITION DE DONNÉES NUMÉRIQUES EN MODE LISTE UTILISÉES DANS LA DÉTECTION ET LA MESURE DES RAYONNEMENTS

1 Domaine d'application

La présente norme internationale spécifie le format des données binaires en mode liste obtenues à la sortie des dispositifs d'acquisition de données numériques utilisés pour détecter et mesurer les rayonnements. Ce type de dispositifs d'acquisition de données peut utiliser des processeurs de signal numérique (DSP) et des réseaux de portes programmables sur site (FPGA) combinés à une mémoire et à une interface de communication avec un ordinateur.

Le présent document s'applique à ces dispositifs d'acquisition de données qui sont en mesure d'enregistrer et de présenter les données d'interaction des rayonnements dans les détecteurs, événement par événement, les données étant stockées dans un fichier de sortie ou diffusées vers un ordinateur éloigné. Ce type de données en mode liste contient en général des informations relatives à l'horodatage et à l'énergie, mais peut également contenir des signaux numériques ou des propriétés comme le temps de montée ou les sous-zones de signaux calculées par le DSP ou le FPGA à partir des échantillons de signaux.

La spécification du protocole de communication entre le matériel d'acquisition de données et les pilotes d'instrument ne relève pas du domaine d'application du présent document. Il spécifie plutôt un format normalisé de présentation des données, acquises par un ou plusieurs dispositifs d'acquisition, à l'utilisateur ou à l'application utilisateur.

Le présent document spécifie uniquement le formatage binaire des données. Les données formatées peuvent être envoyées ou stockées comme spécifié par d'autres protocoles. De même, les commandes de contrôle des dispositifs d'acquisition de données ne sont pas incluses dans le présent document.

Le présent document ne formule aucune exigence relative au chiffrement ou à l'authentification des données. Toutefois, les données font l'objet d'un codage canonique au format décrit dans le présent document, ce qui permet d'appliquer les algorithmes de sécurité des données.

Le présent document ne remplace pas l'IEC 62755. Il donne les mécanismes facultatifs permettant d'inclure les données formatées selon l'IEC 62755 dans les données en mode liste.

Le présent document ne concerne pas les dispositifs d'acquisition de données utilisés comme instruments et systèmes de commande dans les centrales nucléaires, ni autres applications critiques du point de vue de la sécurité. Il ne concerne pas non plus les applications médicales.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 62755, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 8824-1:2015, ITU-T X.680, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 8825-7, ITU-T X.696, *Information technology – ASN.1 encoding rules: Specification of Octet Encoding Rules (OER) and Technical Corrigendum 1 and Technical Corrigendum 2* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 9834, ITU-T X.660, *Information technology – Procedures for the operation of object identifier registration authorities: General procedures and top arcs of the international object identifier tree* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC 10646:2017, *Information technology – Universal Coded Character Set (UCS)* (disponible en anglais seulement)

ISO 8601, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times (disponible en anglais seulement)*

IEEE 754, *IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic (disponible en anglais seulement)*