

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Engineering data exchange format for use in industrial automation systems
engineering – Automation markup language –
Part 3: Geometry and kinematics**

**Format d'échange de données techniques pour une utilisation dans l'ingénierie
des systèmes d'automatisation industrielle – Automation markup language –
Partie 3: Géométrie et cinématique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 01.040.01; 25.040.01; 35.240.30

ISBN 978-2-8322-3794-6

**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.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms, definitions and abbreviations	10
3.1 Terms and definitions.....	10
3.2 Abbreviations	11
4 Conformity.....	11
5 Extensions of AML libraries for geometry and kinematics.....	11
5.1 General.....	11
5.2 AutomationMLBaseRoleClassLib – RoleClass Frame	11
5.3 AutomationMLInterfaceClassLib.....	11
5.3.1 InterfaceClass COLLADAInterface.....	11
5.3.2 InterfaceClass AttachmentInterface	12
6 Frame attribute	12
7 Integration of COLLADA documents	13
8 Attachment of two AML objects.....	14
9 Meta information about the COLLADA source tool	15
Annex A (informative) Referencing methods for geometric/kinematic descriptions.....	17
A.1 Integration of a common COLLADA document with explicit referencing.....	17
A.1.1 General	17
A.1.2 Definition of the Frame attribute.....	18
A.1.3 Structure of the COLLADA documents.....	20
A.1.4 Referencing using URI and fragments without a target and ID	23
A.1.5 Referencing using URI and fragments including a target without an ID	23
A.1.6 Referencing using URI without a fragment, including a target and an ID	24
A.1.7 Referencing using URI and fragments including a target and an ID.....	25
A.1.8 Referencing using URI without a fragment, target and ID.....	26
A.2 Implicit referencing of COLLADA elements.....	27
A.2.1 General	27
A.2.2 Implicit referencing	27
A.2.3 Implicit referencing to COLLADA subdocuments	29
A.2.4 Publishing elements of a COLLADA document in CAEX.....	33
A.3 Attachment between objects in CAEX	35
Annex B (informative) Modelling of kinematic systems and their combination in AML.....	41
B.1 General.....	41
B.2 Modelling an AML document of a linear unit in CAEX and COLLADA	41
B.2.1 General	41
B.2.2 Definition of the visual scene	41
B.2.3 Definition of the joint.....	43
B.2.4 Definition of the kinematic model	43
B.2.5 Definition of the articulated system	43
B.2.6 Definition of the kinematic scene	45
B.2.7 Assembling of the scene.....	45
B.2.8 Combination of CAEX and COLLADA into AML.....	46

B.3	Modelling an AML document of a robot in CAEX and COLLADA.....	47
B.3.1	General	47
B.3.2	Definition of the visual scene	48
B.3.3	Definition of joints.....	50
B.3.4	Definition of the kinematic model	51
B.3.5	Definition of the articulated system	51
B.3.6	Definition of the kinematic scene	54
B.3.7	Assembling of the scene.....	55
B.3.8	Combination of CAEX and COLLADA into AML.....	56
B.4	Modelling an AML document of a combined system including a robot and a linear axis in CAEX and COLLADA	58
B.5	Modelling an AML document of a gripper connected to robot in CAEX and COLLADA	61
B.5.1	General	61
B.5.2	Definition of the visual scene	62
B.5.3	Definition of the kinematic system.....	63
B.5.4	Assembling of the scene.....	71
B.5.5	Combination of CAEX and COLLADA into AML.....	72
B.6	Modelling an AML document of a work piece connected to a gripper in CAEX and COLLADA	75
B.6.1	General	75
B.6.2	Implicit upper boundary	75
B.6.3	Definition of the work piece.....	77
B.6.4	Combination of CAEX and COLLADA into AML.....	78
Annex C (informative)	XML representation of AML libraries	82
C.1	AutomationMLBaseRoleClassLib	82
C.2	AutomationMLInterfaceClassLib.....	82
Figure 1	– Overview of the engineering data exchange format AML	8
Figure 2	– Required XML text in case of ISO/PAS 17506	16
Figure 3	– Required XML text in case of COLLADA 1.4.1.....	16
Figure A.1	– Decision tree for different referencing methods	17
Figure A.2	– Two frames represented in the InstanceHierarchy of an AML document.....	18
Figure A.3	– XML representation of the AML document.....	18
Figure A.4	– Translation and spatially fixed rotation	19
Figure A.5	– COLLADA scene used in this example	20
Figure A.6	– Structure and References	20
Figure A.7	– Content of the COLLADA document cube.dae.....	21
Figure A.8	– Content of the COLLADA document red_blue_cubes.dae.....	22
Figure A.9	– “RedCube” – Hierarchy of the AML document	23
Figure A.10	– XML representation of the AML document.....	23
Figure A.11	– Referencing the red cube by ID.....	23
Figure A.12	– “BlueCube” – Hierarchy of the AML document.....	24
Figure A.13	– XML representation of the AML document.....	24
Figure A.14	– Referencing the blue cube	24
Figure A.15	– Hierarchy of the AML document	24
Figure A.16	– XML representation of the AML document.....	25

Figure A.17 – Referencing the blue cube starting from the element “subpart”	25
Figure A.18 – Hierarchy of the AML document	25
Figure A.19 – XML representation of the AML document	25
Figure A.20 – Referencing the blue cube	26
Figure A.21 – Hierarchy of the AML document	26
Figure A.22 – XML representation of the AML document	26
Figure A.23 – Referencing the complete COLLADA scene	27
Figure A.24 – Implicit Referencing: Hierarchy of the AML document	28
Figure A.25 – XML representation of the AML document	28
Figure A.26 – Structure and relations of referenced COLLADA subdocuments	29
Figure A.27 – Content of the modified COLLADA document red_blue_cubes.dae	30
Figure A.28 – Content of the COLLADA document red_cube.dae	30
Figure A.29 – Content of the COLLADA document blue_cube.dae	31
Figure A.31 – XML representation of the AML document	32
Figure A.33 – Additional frame element in COLLADA document	33
Figure A.34 – Publishing frames: Hierarchy of the AML document	34
Figure A.35 – XML representation of the AML document	35
Figure A.36 – Structure for attachments between objects in CAEX	36
Figure A.37 – Visualization of yellow cube with additional frame	36
Figure A.38 – COLLADA document of yellow cube with additional frame	37
Figure A.39 – Hierarchy of the AML document	38
Figure A.40 – XML representation of the AML document	39
Figure A.41 – Attachment between geometric AML objects	40
Figure A.42 – XML representation of the AML document	40
Figure B.1 – Visualization of the linear unit	41
Figure B.2 – Definition of the visual scene	42
Figure B.3 – Definition of the joint	43
Figure B.4 – Definition of kinematic model	43
Figure B.5 – Definition of the articulated system library	44
Figure B.6 – Definition of the kinematic articulated system	44
Figure B.7 – Definition of the motion articulated system	45
Figure B.8 – Definition of the kinematic scene	45
Figure B.9 – Instantiation of the kinematic scene	46
Figure B.10 – Hierarchy of the AML document	46
Figure B.11 – XML representation of the AML document	47
Figure B.13 – Definition of the visual scene	50
Figure B.14 – Definition of joints	50
Figure B.15 – Definition of kinematic model	51
Figure B.16 – Definition of the articulated system library	51
Figure B.17 – Definition of the kinematic articulated system	53
Figure B.18 – Definition of the motion articulated system	54
Figure B.19 – Definition of the kinematic scene	55
Figure B.20 – Instantiation of the kinematic scene	56

Figure B.21 – Hierarchy of the AML document	57
Figure B.22 – XML representation of the AML document.....	57
Figure B.24 – Hierarchy of the AML document	59
Figure B.25 – XML representation of the AML document.....	60
Figure B.26 – XML representation of the AML document.....	60
Figure B.27 – Visualization of the robot attached to the linear unit	61
Figure B.30 – Definition of the visual scene	63
Figure B.31 – Definition of the kinematics	64
Figure B.32 – Definition of joints	64
Figure B.33 – Definition of kinematic model	65
Figure B.34 – Definition of the articulated system	66
Figure B.35 – Definition of the articulated system	67
Figure B.36 – Definition of the kinematic scene.....	68
Figure B.37 – Definition of the joint dependency using MathML	68
Figure B.38 – XML representation of the COLLADA document gripper_kinematics.dae	71
Figure B.39 – XML representation of the COLLADA document gripper.dae	72
Figure B.40 – Hierarchy of the AML document	73
Figure B.41 – XML representation of the AML document.....	74
Figure B.42 – XML representation of the AML document.....	75
Figure B.43 – Visualization of the robot on a linear unit and attached gripper	75
Figure B.44 – Example for implicit upper boundary	76
Figure B.45 – Structure for attachments between objects in CAEX.....	76
Figure B.46 – Visualization of the work piece with additional frame.....	77
Figure B.48 – Hierarchy of the AML document	79
Figure B.49 – XML representation of the AML document.....	81
Figure B.50 – Attachment between geometric AML objects	81
Figure B.51 – XML representation of the AML document.....	81
Figure C.1 – XML representation of AML libraries AutomationMLBaseRoleClassLib.....	82
Figure C.2 – XML representation of AML libraries AutomationMLInterfaceClassLib.....	83
Table 1 – Abbreviations	11
Table 2 – RoleClass Frame.....	11
Table 3 – InterfaceClass COLLADAInterface	12
Table 4 – InterfaceClass AttachmentInterface	12
Table 5 – Attribute “Frame”	13
Table 6 – Sub-attributes of the attribute “Frame”	13
Table 7 – Rules for resolving document and entry point	14
Table 8 – Meta information about the COLLADA source tool	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ENGINEERING DATA EXCHANGE FORMAT FOR USE IN
INDUSTRIAL AUTOMATION SYSTEMS ENGINEERING –
AUTOMATION MARKUP LANGUAGE –**

Part 3: Geometry and kinematics

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 62714-3 has been prepared by subcommittee 65E: Devices and integration in enterprise systems, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

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

CDV	Report on voting
65E/497/CDV	65E/508/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 publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 62714 series, published under the general title *Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering – Automation markup language*, can be found on the IEC website.

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

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

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

INTRODUCTION

The data exchange format defined in IEC 62714 (Automation Markup Language, AML) is an XML schema based data format and has been developed in order to support the data exchange between engineering tools in a heterogeneous engineering tool landscape. IEC 62714-1 gives an overview about the format.

The goal of AML is to interconnect engineering tools from the existing heterogeneous tool landscape in their different disciplines, e.g. mechanical plant engineering, electrical design, process engineering, process control engineering, HMI development, PLC programming, robot programming etc.

AML stores engineering information following the object oriented paradigm and allows modelling of physical and logical plant components as data objects encapsulating different aspects. An object may consist of other sub-objects and may itself be part of a larger composition or aggregation. Typical objects in plant automation comprise information on topology, geometry, kinematics and logic, whereas logic comprises sequencing, behaviour and control.

AML combines existing industry data formats that are designed for the storage and exchange of different aspects of engineering information. These data formats are used on “as-is” basis within their own specifications and are not branched for AML needs.

The core of AML is the top-level data format CAEX that connects the different data formats. Therefore, AML has an inherent distributed document architecture.

Figure 1 illustrates the basic AML architecture and the distribution of topology, geometry, kinematic and logic information.

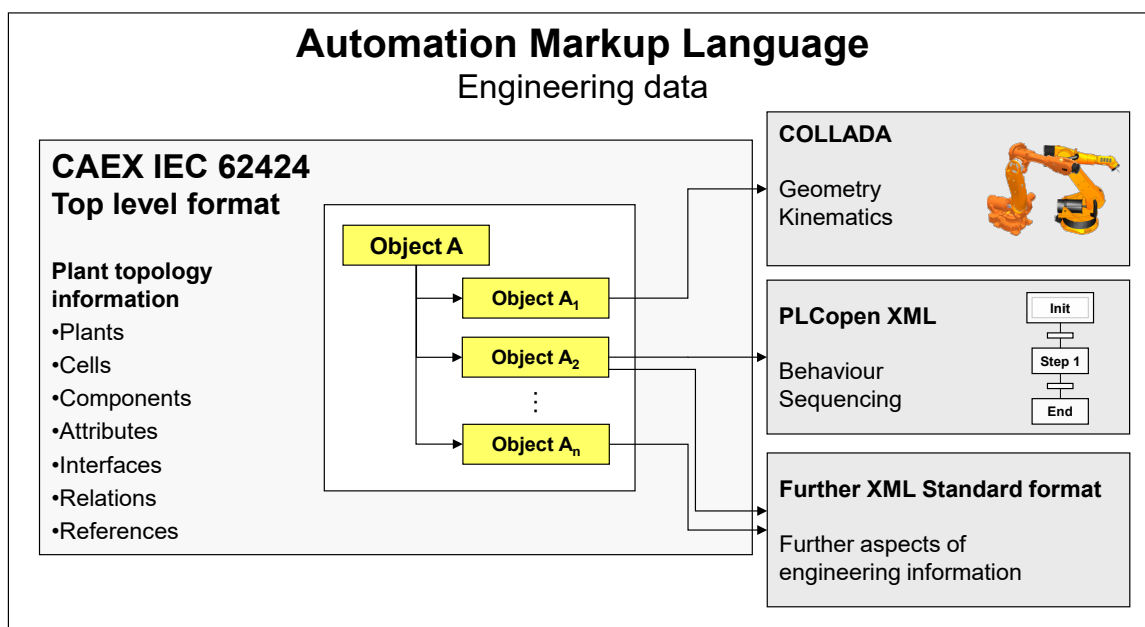


Figure 1 – Overview of the engineering data exchange format AML

Due to the different aspects of AML, IEC 62714 consists of different parts focussing on different aspects.

- IEC 62714-1: Architecture and general requirements

This part specifies the general AML architecture, the modelling of engineering data, classes, instances, relations, references, hierarchies, basic AML libraries and extended AML concepts.

- IEC 62714-2: Role class libraries

This part specifies additional AML libraries.

- IEC 62714-3: Geometry and kinematics

This part specifies the modelling of geometry and kinematics information.

Further parts may be added in the future in order to interconnect further data standards to AML.

Clause 5 describes the geometry related extensions of the role class libraries.

Clause 6 describes the frame attribute which can be used to represent the geometric position of an InternalElement, InstanceHierarchy, SystemUnitClass, or SystemUnitClassLibrary with respect to another CAEX Object.

Clause 7 gives a normative description regarding referencing COLLADA documents.

Clause 8 specifies the normative provisions for the attachment of two geometric AML objects.

Clause 9 defines how to store meta informations about the source tool directly into the COLLADA document.

Annex A describes the referencing methods for geometric and kinematic models.

Annex B provides an example for modelling of kinematic systems and their combination in AML.

Annex C gives an informative XML representation of the libraries defined in this part of IEC 62714.

ENGINEERING DATA EXCHANGE FORMAT FOR USE IN INDUSTRIAL AUTOMATION SYSTEMS ENGINEERING – AUTOMATION MARKUP LANGUAGE –

Part 3: Geometry and kinematics

1 Scope

This part of IEC 62714 specifies the integration of geometry and kinematics information for the exchange between engineering tools in the plant automation area by means of AML.

It does not define details of the data exchange procedure or implementation requirements for the import/export tools.

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 62714-1:2014, *Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering – Automation markup language – Part 1: Architecture and general requirements*

IEC 62714-2:2015, *Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering – Automation markup language – Part 2: Role class libraries*

ISO/PAS 17506, *Industrial automation systems and integration – COLLADA digital asset schema specification for 3D visualization of industrial data*

COLLADA 1.4.1: March 2008 COLLADA – Digital Asset Schema Release 1.4.1
(available at <http://www.khronos.org/files/collada_spec_1_4.pdf>)

Extensible Markup Language (XML) 1.0:2004, W3C Recommendation
(available at <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml-20040204/>>)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	89
INTRODUCTION.....	91
1 Domaine d'application	94
2 Références normatives	94
3 Termes, définitions et abréviations	94
3.1 Termes et définitions	94
3.2 Abréviations	95
4 Conformité.....	95
5 Extensions des bibliothèques AML pour la géométrie et la cinématique	95
5.1 Généralités	95
5.2 AutomationMLBaseRoleClassLib – RoleClass Frame	95
5.3 AutomationMLInterfaceClassLib.....	96
5.3.1 InterfaceClass COLLADAInterface	96
5.3.2 InterfaceClass AttachmentInterface	96
6 Attribut «Frame» (cadre).....	96
7 Intégration de documents COLLADA	97
8 Adjonction de deux objets AML.....	98
9 Méta-informations relatives à l'outil source COLLADA	99
Annexe A (informative) Méthodes de référencement de descriptions géométriques/cinématiques	101
A.1 Intégration d'un document COLLADA commun par référencement explicite.....	101
A.1.1 Généralités	101
A.1.2 Définition de l'attribut Frame (cadre).....	102
A.1.3 Structure des documents COLLADA	105
A.1.4 Référencement à l'aide de l'URI et de fragments sans cible et sans ID	109
A.1.5 Référencement à l'aide de l'URI et de fragments comprenant une cible sans ID	109
A.1.6 Référencement à l'aide d'un URI sans fragment comprenant une cible et un ID	110
A.1.7 Référencement à l'aide de l'URI et de fragments comprenant une cible et un ID	111
A.1.8 Référencement à l'aide de l'URI sans fragment, sans cible et sans ID	112
A.2 Référencement implicite des éléments COLLADA	113
A.2.1 Généralités	113
A.2.2 Référencement implicite	114
A.2.3 Référencement implicite de sous-documents COLLADA	115
A.2.4 Publication d'éléments d'un document COLLADA en CAEX	121
A.3 Adjonction entre objets en CAEX	123
Annexe B (informative) Modélisation des systèmes cinématiques et leur combinaison en AML	129
B.1 Généralités	129
B.2 Modélisation d'un document AML d'une unité linéaire en CAEX et COLLADA	129
B.2.1 Généralités	129
B.2.2 Définition de la scène visuelle	129
B.2.3 Définition de l'articulation	131
B.2.4 Définition du modèle cinématique	131

B.2.5	Définition du système articulé	132
B.2.6	Définition de la scène cinématique	134
B.2.7	Assemblage de la scène	134
B.2.8	Combinaison de CAEX et COLLADA en AML	135
B.3	Modélisation d'un document AML d'un robot en CAEX et COLLADA	136
B.3.1	Généralités	136
B.3.2	Définition de la scène visuelle	137
B.3.3	Définition des articulations.....	139
B.3.4	Définition du modèle cinématique	140
B.3.5	Définition du système articulé	141
B.3.6	Définition de la scène cinématique	144
B.3.7	Assemblage de la scène	145
B.3.8	Combinaison de CAEX et de COLLADA en AML	145
B.4	Modélisation d'un document AML d'un système combiné comprenant un robot et un axe linéaire en CAEX et COLLADA	147
B.5	Modélisation d'un document AML d'un outil de préhension connecté au robot en CAEX et en COLLADA	150
B.5.1	Généralités	150
B.5.2	Définition de la scène visuelle	151
B.5.3	Définition du système cinématique.....	153
B.5.4	Assemblage de la scène	161
B.5.5	Combinaison de CAEX et de COLLADA en AML	162
B.6	Modélisation d'un document AML d'une pièce connectée à un outil de préhension en CAEX et en COLLADA	165
B.6.1	Généralités	165
B.6.2	Limite implicite supérieure	165
B.6.3	Définition de la pièce	167
B.6.4	Combinaison de CAEX et de COLLADA en AML	169
Annexe C (informative)	Représentation XML des bibliothèques AML.....	173
C.1	AutomationMLBaseRoleClassLib	173
C.2	AutomationMLInterfaceClassLib.....	174
Figure 1	– Vue d'ensemble du format AML d'échange de données techniques	92
Figure 2	– Texte XML exigé dans le cadre de l'ISO/PAS 17506	100
Figure 3	– Texte XML exigé dans le cadre du document COLLADA 1.4.1.....	100
Figure A.1	– Arbre de décision pour les différentes méthodes de référencement	101
Figure A.2	– Deux cadres représentés dans l'InstanceHierarchy d'un document AML	102
Figure A.3	– Représentation XML du document AML	103
Figure A.4	– Translation et rotation plane	104
Figure A.5	– Scène COLLADA utilisée dans cet exemple	105
Figure A.6	– Structure et références	106
Figure A.7	– Contenu du document COLLADA cube.dae.....	107
Figure A.8	– Contenu du document COLLADA red_blue_cubes.dae.....	108
Figure A.9	– “RedCube” – Hiérarchie du document AML	109
Figure A.10	– Représentation XML du document AML	109
Figure A.11	– Référencement du cube rouge par ID.....	109
Figure A.12	– “BlueCube” – Hiérarchie du document AML.....	110

Figure A.13 – Représentation XML du document AML	110
Figure A.14 – Référencement du cube bleu	110
Figure A.15 – Hiérarchie du document AML	110
Figure A.16 – Représentation XML du document AML	111
Figure A.17 – Référencement du cube bleu à partir de l'élément "subpart"	111
Figure A.18 – Hiérarchie du document AML	111
Figure A.19 – Représentation XML du document AML	112
Figure A.20 – Référencement du cube bleu	112
Figure A.21 – Hiérarchie du document AML	112
Figure A.22 – Représentation XML du document AML	113
Figure A.23 – Référencement de la scène COLLADA complète	113
Figure A.24 – Référencement implicite: Hiérarchie du document AML	114
Figure A.25 – Représentation XML du document AML	115
Figure A.26 – Structure et relations des sous-documents COLLADA référencés	116
Figure A.27 – Contenu du document COLLADA modifié red_blue_cubes.dae	117
Figure A.28 – Contenu du document COLLADA red_cube.dae	118
Figure A.29 – Contenu du document COLLADA blue_cube.dae	119
Figure A.30 – Référencement implicite: Hiérarchie du document AML	120
Figure A.31 – Représentation XML du document AML	120
Figure A.32 – Scène COLLADA modifiée avec nœud supplémentaire	121
Figure A.33 – Élément cadre supplémentaire du document COLLADA	122
Figure A.34 – Cadres de publication: Hiérarchie du document AML	122
Figure A.35 – Représentation XML du document AML	123
Figure A.36 – Structure pour les adjonctions entre objets en CAEX	124
Figure A.37 – Visualisation du cube jaune avec un cadre supplémentaire	124
Figure A.38 – Document COLLADA du cube jaune avec un cadre supplémentaire	125
Figure A.39 – Hiérarchie du document AML	126
Figure A.40 – Représentation XML du document AML	127
Figure A.41 – Adjonction entre des objets AML géométriques	128
Figure A.42 – Représentation XML du document AML	128
Figure B.1 – Visualisation de l'unité linéaire	129
Figure B.2 – Définition de la scène visuelle	131
Figure B.3 – Définition de l'articulation	131
Figure B.4 – Définition de modèle cinématique	132
Figure B.5 – Définition de la bibliothèque du système articulé	132
Figure B.6 – Définition du système cinématique articulé	133
Figure B.7 – Définition du système de mouvement articulé	134
Figure B.8 – Définition de la scène cinématique	134
Figure B.9 – Instanciation de la scène cinématique	135
Figure B.10 – Hiérarchie du document AML	135
Figure B.11 – Représentation XML du document AML	136
Figure B.12 – Visualisation du robot	137
Figure B.13 – Définition de la scène visuelle	139

Figure B.14 – Définition d'articulations	140
Figure B.15 – Définition de modèle cinématique	140
Figure B.16 – Définition de la bibliothèque du système articulé	141
Figure B.17 – Définition du système cinématique articulé.....	142
Figure B.18 – Définition du système de mouvement articulé	144
Figure B.19 – Définition de la scène cinématique	144
Figure B.20 – Instanciation de la scène cinématique	145
Figure B.21 – Hiérarchie du document AML	146
Figure B.22 – Représentation XML du document AML	146
Figure B.23 – Structure du référencement de sous-documents COLLADA	147
Figure B.24 – Hiérarchie du document AML	148
Figure B.25 – Représentation XML du document AML	149
Figure B.26 – Représentation XML du document AML	149
Figure B.27 – Visualisation du robot adjoint à l'unité linéaire	150
Figure B.28 – Hiérarchie des documents COLLADA.....	150
Figure B.29 – Visualisation de l'outil de préhension	151
Figure B.30 – Définition de la scène visuelle.....	152
Figure B.31 – Définition de la cinématique	153
Figure B.32 – Définition des articulations	154
Figure B.33 – Définition du modèle cinématique	154
Figure B.34 – Définition du système articulé	155
Figure B.35 – Définition du système articulé	156
Figure B.36 – Définition de la scène cinématique.....	157
Figure B.37 – Définition de la dépendance des articulations en MathML	157
Figure B.38 – Représentation XML du document COLLADA gripper_kinematics.dae.....	161
Figure B.39 – Représentation XML du document COLLADA gripper.dae	161
Figure B.40 – Hiérarchie du document AML	162
Figure B.41 – Représentation XML du document AML	164
Figure B.42 – Représentation XML du document AML	164
Figure B.43 – Visualisation du robot sur une unité linéaire et l'outil de préhension adjoint	165
Figure B.44 – Exemple de limite implicite supérieure	166
Figure B.45 – Structure des adjonctions entre objets en CAEX	167
Figure B.46 – Visualisation de la pièce avec un cadre supplémentaire.....	168
Figure B.47 – Document COLLADA d'une pièce avec un cadre supplémentaire	169
Figure B.48 – Hiérarchie du document AML	170
Figure B.49 – Représentation XML du document AML	172
Figure B.50 – Adjonctions entre objets AML géométriques.....	172
Figure B.51 – Représentation XML du document AML	172
Figure C.1 – Représentation XML des bibliothèques AML AutomationMLBaseRoleClassLib	173
Figure C.2 – Représentation XML de bibliothèques AML AutomationMLInterfaceClassLib.....	174

Tableau 1 – Abréviations	95
Tableau 2 – RoleClass Frame	95
Tableau 3 – InterfaceClass COLLADAInterface	96
Tableau 4 – InterfaceClass AttachmentInterface	96
Tableau 5 – Attribut “Frame”	97
Tableau 6 – Sous-attributs de l’attribut “Frame”	97
Tableau 7 – Règles pour la résolution de documents et de points d’entrée	98
Tableau 8 – Méta-informations relatives à l’outil source COLLADA	100

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**FORMAT D'ÉCHANGE DE DONNÉES TECHNIQUES
POUR UNE UTILISATION DANS L'INGÉNIERIE
DES SYSTÈMES D'AUTOMATISATION INDUSTRIELLE –
AUTOMATION MARKUP LANGUAGE –****Partie 3: Géométrie et cinématique****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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 62714-3 a été établie par le sous-comité 65E: Les dispositifs et leur intégration dans les systèmes de l'entreprise, du comité d'études 65 de l'IEC: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
65E/497/CDV	65E/508/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62714, publiées sous le titre général *Format d'échange de données techniques pour une utilisation dans l'ingénierie des systèmes d'automatisation industrielle – Automation markup language*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

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

INTRODUCTION

Le format d'échange de données défini dans l'IEC 62714 (Automation Markup Language, AML) est un format de données de type schéma XML mis au point afin de faciliter l'échange de données entre des outils techniques dans un environnement hétérogène d'outils techniques. L'IEC 62714-1 propose une vue d'ensemble de ce format.

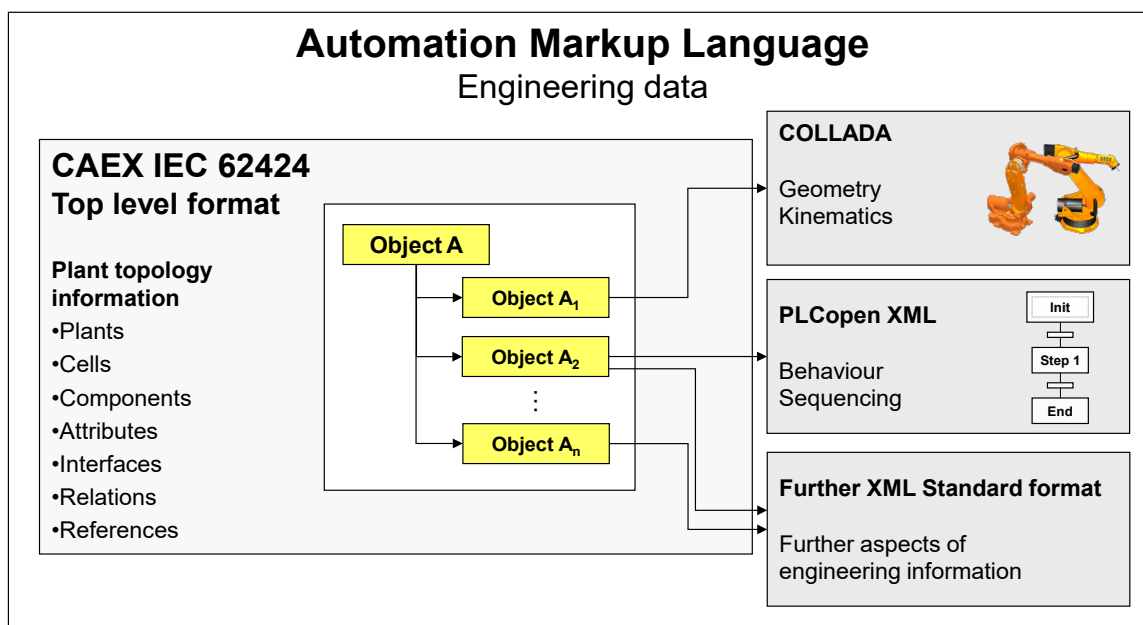
L'objectif de l'AML est l'interconnexion d'outils techniques provenant d'environnements hétérogènes d'outils techniques existants dans leurs différentes disciplines, par exemple l'ingénierie des installations mécaniques, l'étude d'électricité, l'ingénierie de procédés, l'ingénierie de commande de processus, le développement des IHM, la programmation PLC, la programmation de robots, etc.

L'AML archive les informations techniques en respectant le paradigme orienté objet et permet la modélisation des composants d'installations physiques et logiques sous forme d'objets de données qui englobent différents aspects. Un objet peut comporter d'autres sous-objets et peut lui-même faire partie intégrante d'une composition ou d'une agrégation plus importante. Les objets typiques qui constituent l'automatisation d'installations comprennent les informations relatives à la topologie, à la géométrie, à la cinématique et à la logique, tandis que la logique comprend pour sa part le séquençement, le comportement et la commande.

L'AML combine les formats de données industrielles existants, conçus pour l'archivage et l'échange des informations techniques sous différents aspects. Ces formats de données sont utilisés « en l'état » dans le cadre de leurs propres spécifications et ne sont pas associés aux besoins du langage AML.

La caractéristique centrale de l'AML est le format de données central CAEX qui connecte les différents formats de données. Le langage AML a, par conséquent, une architecture de document répartie intrinsèque.

La Figure 1 représente l'architecture AML de base et la répartition des informations relatives à la topologie, à la géométrie, à la cinématique et à la logique.



Anglais	Français
Engineering data	Données techniques
CAEX IEC 62424 top level format	Format central CAEX défini dans l'IEC 62424
Object	Objet

Anglais	Français
Plant topology information	Informations relatives à la topologie de l'installation
Plants	Installations
Cells	Cellules
Components	Composants
Attributes	Attributs
Interfaces	Interfaces
Relations	Relations
References	Références
Geometry	Géométrie
Kinematics	Cinématique
Behaviour	Comportement
Sequencing	Séquencement
Init	Début
Step	Étape
End	Fin
Further XML standard format	Autre format XML standard
Further aspects of engineering information	Autres aspects des informations techniques

Figure 1 – Vue d'ensemble du format AML d'échange de données techniques

Du fait des différents aspects d'AML, l'IEC 62714 comporte différentes parties portant sur différents aspects:

- IEC 62714-1: Architecture et exigences générales
 Cette partie spécifie l'architecture AML générale, et la modélisation des données techniques, classes, instances, relations, références, hiérarchies, bibliothèques AML de base et concepts AML étendus.
- IEC 62714-2: Bibliothèques de classes de rôles
 Cette partie spécifie d'autres bibliothèques AML.
- IEC 62714-3: Géométrie et cinématique
 Cette partie spécifie la modélisation des informations relatives à la géométrie et à la cinématique.

D'autres parties pourront être ajoutées à l'avenir afin d'interconnecter d'autres normes de données avec l'AML.

L'Article 5 décrit les extensions de géométrie des bibliothèques de classes de rôles.

L'Article 6 décrit l'attribut cadre ("Frame") pouvant être utilisé pour représenter la position géométrique d'un objet InternalElement, InstanceHierarchy, SystemUnitClass ou SystemUnitClassLibrary par rapport à un autre objet CAEX.

L'Article 7 donne une description normative du référencement des documents COLLADA.

L'Article 8 spécifie les dispositions normatives relatives à l'adjonction de deux objets géométriques AML.

L'Article 9 définit la manière d'archiver des méta-informations relatives à l'outil source directement dans le document COLLADA.

L'Annexe A décrit les méthodes de référencement des modèles géométriques et cinématiques.

L'Annexe B donne un exemple de modélisation de systèmes cinématiques et leur combinaison en AML.

L'Annexe C donne une représentation XML informative des bibliothèques définies dans la présente partie de l'IEC 62714.

FORMAT D'ÉCHANGE DE DONNÉES TECHNIQUES POUR UNE UTILISATION DANS L'INGÉNIERIE DES SYSTÈMES D'AUTOMATISATION INDUSTRIELLE – AUTOMATION MARKUP LANGUAGE –

Partie 3: Géométrie et cinématique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62714 spécifie l'intégration des informations relatives à la géométrie et à la cinématique pour l'échange entre les outils techniques dans la zone d'automatisation de l'installation par le biais du langage AML.

Elle ne définit pas les détails de la procédure d'échange de données ou des exigences de mise en œuvre pour les outils d'importation/exportation.

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 62714-1:2014, *Format d'échange de données techniques pour une utilisation dans l'ingénierie des systèmes d'automatisation industrielle – Automation markup language – Partie 1: Architecture et exigences générales*

IEC 62714-2:2015, *Format d'échange de données techniques pour une utilisation dans l'ingénierie des systèmes d'automatisation industrielle – Automation markup language – Partie 2: Bibliothèques de classes de rôles*

ISO/PAS 17506, *Systèmes d'automatisation industrielle et intégration – Spécifications du schéma des actifs numériques COLLADA pour la visualisation 3D des données industrielles*

COLLADA 1.4.1: March 2008 COLLADA – Digital Asset Schema Release 1.4.1
(disponible sous <http://www.khronos.org/files/collada_spec_1_4.pdf>)

Extensible Markup Language (XML) 1.0:2004, W3C Recommendation
(disponible sous <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml-20040204/>>)