

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electricity metering data exchange –The DLMS/COSEM suite –
Part 8-5: Narrow-band OFDM G3-PLC communication profile for neighbourhood
networks**

**Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM –
Partie 8-5: Profil de communication OFDM G3-CPL à bande étroite pour les
réseaux de voisinage**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62056-8-5:2017



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electricity metering data exchange –The DLMS/COSEM suite –
Part 8-5: Narrow-band OFDM G3-PLC communication profile for neighbourhood
networks**

**Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM –
Partie 8-5: Profil de communication OFDM G3-CPL à bande étroite pour les
réseaux de voisinage**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220; 35.110; 91.140.50

ISBN 978-2-8322-5179-9

**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

CONTENTS	2
FOREWORD	4
INTRODUCTION	6
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms	9
3.1 Terms and definitions	9
3.2 Abbreviated terms	9
4 Targeted communication environments	10
5 Use of the communication layers for this profile	11
5.1 Information related to the use of the standard specifying the lower layers	11
5.2 Structure of the communication profiles	11
5.3 Lower protocol layers and their use	12
5.3.1 Overview	12
5.3.2 Physical layer	14
5.3.3 MAC layer	15
5.3.4 Network layer – IPv6	16
5.3.5 Transport layer – UDP	19
5.4 Service mapping and adaptation layers	19
5.4.1 Overview	19
5.4.2 G3-PLC Adaptation data services	19
5.4.3 G3-PLC Adaptation management services	19
5.5 Registration and connection management	20
5.5.1 PAN device Connection Manager	20
5.5.2 PAN Coordinator Connection Manager	21
6 Identification and addressing schemes	23
7 Specific considerations for the application layer services	23
7.1 Overview	23
7.2 Application association establishment and release: ACSE services	23
7.3 DLMS/COSEM services	23
7.4 Security mechanisms	24
7.5 Transferring long application messages	24
7.6 Media access, bandwidth and timing considerations	24
7.7 Other considerations	24
7.7.1 UDP DLMS/COSEM wrapper	24
7.7.2 DLMS/COSEM communication profile for UDP/IP networks	27
8 Communication configuration and management	27
9 The COSEM application process	27
10 Additional considerations for the use of this profile	27
Annex A (informative) Examples	28
A.1 Example 1: setting up a G3-PLC network dedicated to metering	28
A.2 Example 2: smart meters joining a G3-PLC PAN	29
Annex B (normative) New COSEM interface classes and OBIS codes	31

Figure 1 – Entities and interfaces of a smart metering system using the terminology of IEC 62056-1-0	10
Figure 2 – G3-PLC protocol architecture	12
Figure 3 – PAN device communication profile architecture	13
Figure 4 – PAN coordinator communication profile architecture	13
Figure 5 – IPv6 address formats	16
Figure 6 – IPv6 Addressing plan example	17
Figure 7 – IPv6 Link-local address composition	18
Figure A.1 – PAN coordinator initialisation	28
Figure A.2 – PAN device initialisation and bootstrapping.....	30
Table 1 – 16-bit short addresses allocation rule	18
Table 2 – UDP port numbering.....	19
Table 3 – Selections from IEC 62056-4-7:2015	25
Table 4 – Selections from IEC 62056-9-7:2013	27

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62056-8-5:2017

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICITY METERING DATA EXCHANGE –
THE DLMS/COSEM SUITE –****Part 8-5: Narrow-band OFDM G3-PLC communication profile
for neighbourhood networks**

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.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this International Standard may involve the use of a maintenance service concerning the stack of protocols on which the present standard IEC 62056-8-5 is based.

The IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of this maintenance service.

The provider of the maintenance service has assured the IEC that he is willing to provide services under reasonable and non-discriminatory terms and conditions for applicants throughout the world. In this respect, the statement of the provider of the maintenance service is registered with the IEC. Information may be obtained from:

G3-PLC Alliance
<Tour ENEDIS
34 Place des Corolles
92079 Paris La Défense Cedex>
www.g3-plc.com

International Standard IEC 62056-8-5 has been prepared by IEC technical committee 13: Electrical energy measurement and control.

This bilingual version (2018-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-08.

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

CDV	Report on voting
13/1708/CDV	13/1740/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.

A list of all parts in the IEC 62056 series, published under the general title *Electricity metering data exchange – The DLMS/COSEM suite*, can be found on the IEC website.

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

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

As defined in IEC 62056-1-0, the IEC 62056 DLMS/COSEM suite provides specific communication profile standards for communication media relevant for smart metering.

Such communication profile standards specify how the COSEM data model and the DLMS/COSEM application layer can be used on the lower, communication media-specific protocol layers.

Communication profile standards refer to communication standards that are part of the IEC 62056 DLMS/COSEM suite or to any other open communication standard.

This International Standard specifies the DLMS/COSEM communication profile for ITU-T G.9903:2014 PLC communication based on OFDM technology.

ITU-T G.9903 PLC is designed to meet the following aims:

- **Robustness:** the communication profile shall be suited to severe powerline environments (see 5.3.2);
- **Performance and scalability:** it embeds adaptive modulation to use the proper modulation according to the quality of the link (see 5.3.2) within dense environments (up to 2 000 nodes in the same PAN);
- **Security:** it shall offer a secure environment (see 7.4);
- **Openness:** it shall be based on open standards in order to support multi-supplier solutions (see Clause 5);
- **Flexibility and future proof:** it shall be able to support future applications through using IPv6 networking capabilities (see 5.3.4).

This standard follows the rules defined in IEC 62056-5-3:2017, Annex A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62056-8-5:2017

ELECTRICITY METERING DATA EXCHANGE – THE DLMS/COSEM SUITE –

Part 8-5: Narrow-band OFDM G3-PLC communication profile for neighbourhood networks

1 Scope

This part of IEC 62056 specifies the IEC 62056 DLMS/COSEM communication profile for metering purposes based on the Recommendations ITU-T G.9901: *Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers – Power spectral density specification* and ITU-T G.9903:2014, *Narrowband orthogonal frequency division multiplexing power line communication transceivers for G3-PLC networks*, an Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Power Line Communications (PLC) protocol.

The physical layer provides a modulation technique that efficiently utilizes the allowed bandwidth within the CENELEC A (3 kHz – 95 kHz), CENELEC B (95 kHz – 125 kHz), ARIB (10 kHz – 450 kHz) and FCC (no specific frequency band limitations) bands, thereby allowing the use of advanced channel coding techniques. This enables a robust communication in the presence of narrowband interference, impulsive noise, and frequency selective attenuation.

The medium access control (MAC) layer allows the transmission of MAC frames through the use of the power line physical channel. It provides data services, frame validation control, node association and secure services.

The 6LoWPAN adaptation sublayer enables an efficient interaction between the MAC and the IPv6 network layer. The use of the IPv6 network protocol – the latest generation of IP protocols – opens a wide range of potential applications and services for metering purposes (but the applications are not limited to metering).

The transport layer, the application layer and the data model are as specified in the IEC 62056 DLMS/COSEM suite.

The scope of this communication profile standard is restricted to aspects concerning the use of communication protocols in conjunction with the COSEM data model and the DLMS/COSEM application layer. Data structures specific to a communication protocol are out of the scope of this communication profile standard.

NOTE They are specified in the specific protocol standards.

Any project specific definitions of data structures and data contents may be provided in project specific companion specifications.

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 60050-300, *International Electrotechnical Vocabulary – Electrical and electronic measurements and measuring instruments – Part 311: General terms relating to measurements – Part 312: General terms relating to electrical measurements – Part 313:*

Types of electrical measuring instruments – Part 314: Specific terms according to the type of instrument

IEC TR 62051, *Electricity metering – Glossary of terms*

IEC TR 62051-1, *Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control – Glossary of terms – Part 1: Terms related to data exchange with metering equipment using DLMS/COSEM*

IEC 62056-1-0, *Electricity metering data exchange – The DLMS/COSEM suite – Part 1-0: Smart metering standardisation framework*

IEC 62056-4-7:2015, *Electricity metering data exchange – The DLMS/COSEM suite – Part 4-7: DLMS/COSEM transport layer for IP networks*

IEC 62056-5-3:2017, *Electricity metering data exchange – The DLMS/COSEM suite – Part 5-3: DLMS/COSEM application layer*

IEC 62056-6-1, *Electricity metering data exchange – The DLMS/COSEM suite – Part 6-1: Object identification system (OBIS)*

IEC 62056-6-2, *Electricity metering data exchange – The DLMS/COSEM suite – Part 6-2: COSEM interface classes*

IEC 62056-9-7:2013, *Electricity metering data exchange – The DLMS/COSEM suite – Part 9-7: Communication profile for TCP-UDP/IP networks*

Recommendation ITU-T G.9903:2014, *Narrowband Orthogonal Frequency Division Multiplexing Power Line Communication Transceivers for G3-PLC Networks* available at <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.9903/en>

IETF RFC 768, *User Datagram Protocol*. Edited by J. Postel. August 1980. Available from <http://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>

IETF RFC 2460, *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*. Edited by S. Deering, R. Hinden. December 1998. Available from <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>

IETF RFC 4193, *Unique Local IPv6 Unicast Addresses*. Edited by R. Hinden, B. Haberman. October 2005. Available from <http://www.ietf.org/rfc/rfc4193.txt>

IETF RFC 4291, *IP Version 6 Addressing Architecture*. Edited by R. Hinden, S. Deering. February 2006. Available from <http://www.ietf.org/rfc/rfc4291.txt>

IETF RFC 4944, *Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks*. Available from <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>

IETF RFC 6282, *Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks*. Available from <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>

IETF RFC 4861, *Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)*. Available from <http://www.ietf.org/rfc/rfc4861.txt>

IETF RFC 4862, *IPv6 Stateless Address Autoconfiguration*. Available from <http://www.ietf.org/rfc/rfc4862.txt>

IEEE 802.15.4: *IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-300, IEC TR 62051, IEC TR 62051-1 and the following apply.

NOTE Where there is a difference between the definitions in the glossaries and those contained in communication profile standards established by TC 13, then the latter take precedence in applications of the relevant standard.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

PAN coordinator

entity implementing the G3-PLC protocol capable of controlling the network

3.1.2

PAN device

entity implementing the G3-PLC protocol which does not embed coordinator functionalities

3.2 Abbreviated terms

AA	Application Association
APDU	Application Layer Protocol Data Unit
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses (Japan)
6LoWPAN	IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
COSEM	Companion Specification for Energy Metering
DLMS	Device Language Message Specification
FCC	Federal Communications Commission (US)
IEC	International Electrotechnical Commission
IP	Internet Protocol
ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication
LBA	LoWPAN Bootstrapping Agent
LBP	LoWPAN Bootstrapping Protocol
MAC	Media Access Control
NNAP	Neighbourhood Network Access Point
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OSI	Open System Interconnection
PAN	Personal Area Network
PLC	Power Line Communication
PSK	Pre-Shared Key
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol

Furthermore, the abbreviations given in ITU-T G.9903:2014, Clause 4 also apply.

4 Targeted communication environments

The DLMS/COSEM narrow-band OFDM G3-PLC communication profile for neighbourhood networks is intended for remote data exchange on Neighbourhood Networks (NN) between Neighbourhood Network Access Points (NNAPs) and Local Network Access Points (LNAPs) or End Devices using OFDM technology over the low voltage electricity distribution network as a communication medium. The functional reference architecture is shown in Figure 1.

End devices – typically electricity meters – comprise application functions and communication functions. They may be connected directly to the NNAP via the C interface, or to an LNAP via an M interface, while the LNAP is connected to the NNAP via the C interface. The LNAP function may be co-located with the metering functions.

A NNAP comprises gateway functions and it may comprise concentrator functions. Upstream, it is connected to the Metering Head End System (HES) using suitable communication media and protocols. The communication channel between the NNAP and HES is out of scope of this document.

End devices and LNAPs may communicate to different NNAPs, but to one NNAP only at a time. From the PLC communication point of view, the NNAP acts as the PAN coordinator while end devices and LNAPs act as PAN devices.

NNAPs and similarly LNAPs may communicate to each other, but this is out of the scope of this document, which covers the C interface only.

When the NNAP has concentrator functions, it acts as a DLMS/COSEM client. When the NNAP has gateway functionality only, then the HES plays the role of a DLMS/COSEM client. The end devices or the LNAPs play the role of DLMS/COSEM servers.

A mixed architecture is also possible, i.e. both the HES and the NNAP can act as a client.

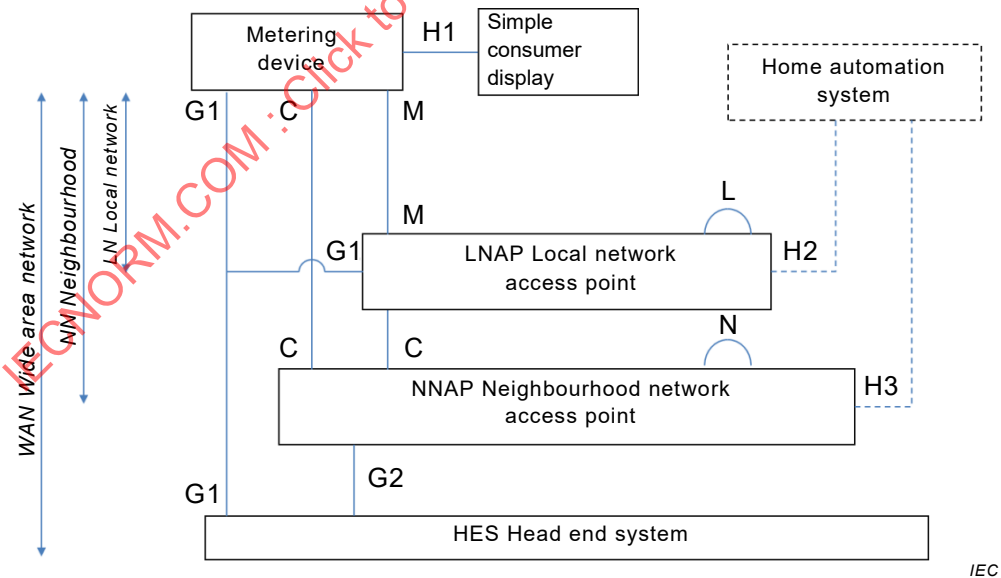


Figure 1 – Entities and interfaces of a smart metering system using the terminology of IEC 62056-1-0

5 Use of the communication layers for this profile

5.1 Information related to the use of the standard specifying the lower layers

The proposed communication model natively integrates a network layer and an IP suite transport layer which opens the way to a vast range of Internet applications and ensures great flexibility in the system architecture. It provides the possibility of having:

- either a decentralized architecture, where the NNAP (also known as data concentrator) acts as an application relay, with more or less autonomy. The exchanges at application level in this case are limited to the dialogue between the meters / LNAPs and the NNAPs;
- or a more centralized architecture in which the NNAP simply acts as a network gateway and the meters (LNAPs) dialogue directly with HES from an application layer point of view).

A combination of these architectures is also possible. A centralized architecture can be dedicated for sensitive and/or on-demand requests whereas distributed architecture can be used for recurrent operations.

The network layer chosen is based on the IPv6 protocol (IETF RFC 2460).

The protocol used for the transport layer is UDP (IETF RFC 768), which provides unreliable transport of datagrams in connectionless mode. Reliability of exchanges within the PLC network is brought by the combination of lower layer robustness (such as retries or physical layer forward error correction) and DLMS/COSEM services.

The ITU-T G.9903:2014 specification defines a standardized header compression mechanism based on IETF RFC 6282 enabling IPv6 and UDP header compression.

5.2 Structure of the communication profiles

The protocol stack uses the following protocol layers as shown in Figure 2:

- The DLMS/COSEM Application layer as specified in IEC 62056-5-3 covering the Application, Presentation and Session functionalities;
- The DLMS/COSEM Transport layer as specified in IEC 62056-4-7:2015, used with the DLMS/COSEM UDP/IPv6 profile over the G3-PLC network;
- The ITU-T G.9903:2014 Data link layer, that consists of the IETF 6LoWPAN Adaptation Layer (IETF RFC 4944, IETF RFC 6282) and the MAC sublayer;
- The ITU-T G.9903:2014 Physical layer adapted to the band used (see ITU-T G.9903:2014, Clause 7).

Following this reference model, a profile is fully defined using G3-PLC physical and data link layers, UDP/IPv6, the DLMS/COSEM application layer and the COSEM object model.

NOTE The COSEM interface classes for setting up and managing data exchange over the narrow-band OFDM G3-PLC networks are specified in IEC 62056-6-2.

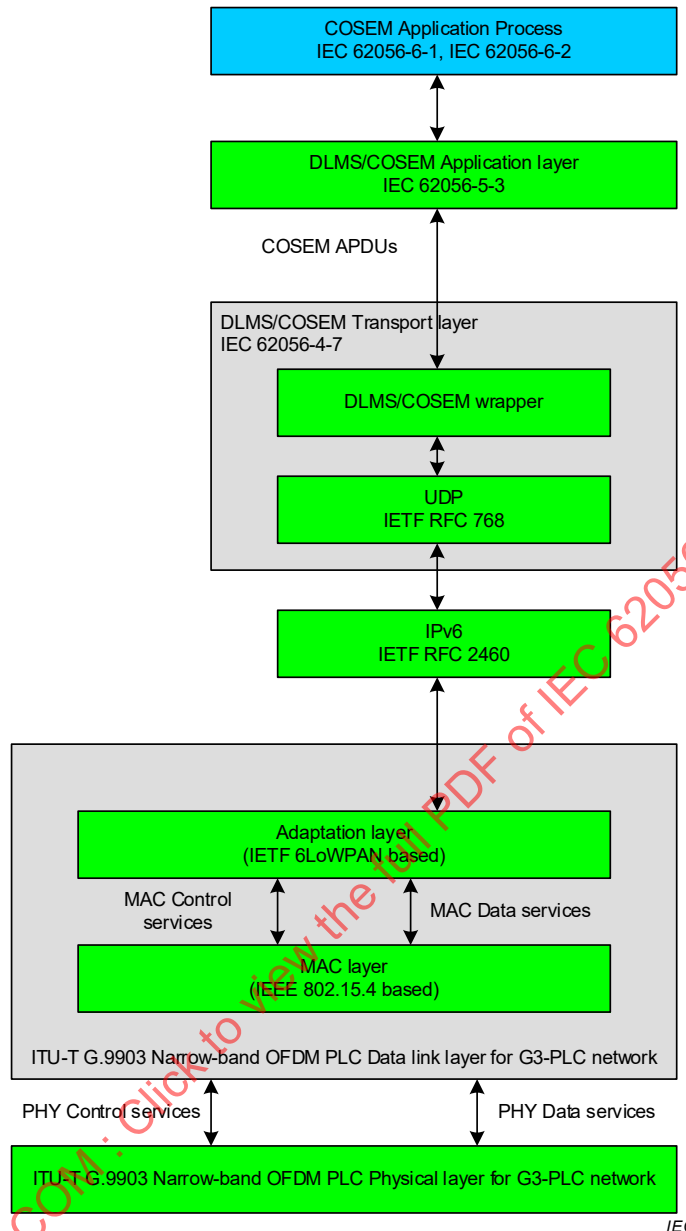


Figure 2 – G3-PLC protocol architecture

5.3 Lower protocol layers and their use

5.3.1 Overview

The UDP/IPv6 based communication profile is fully in line with the DLMS/COSEM communication profile for UDP/IP, as specified in IEC 62056-9-7:2013. Refer to that standard for more information. This subclause provides information related to the binding of UDP/IPv6 layers with the ITU-T G.9903:2014 protocol layers.

The general architecture is the following, see Figures 3 and 4:

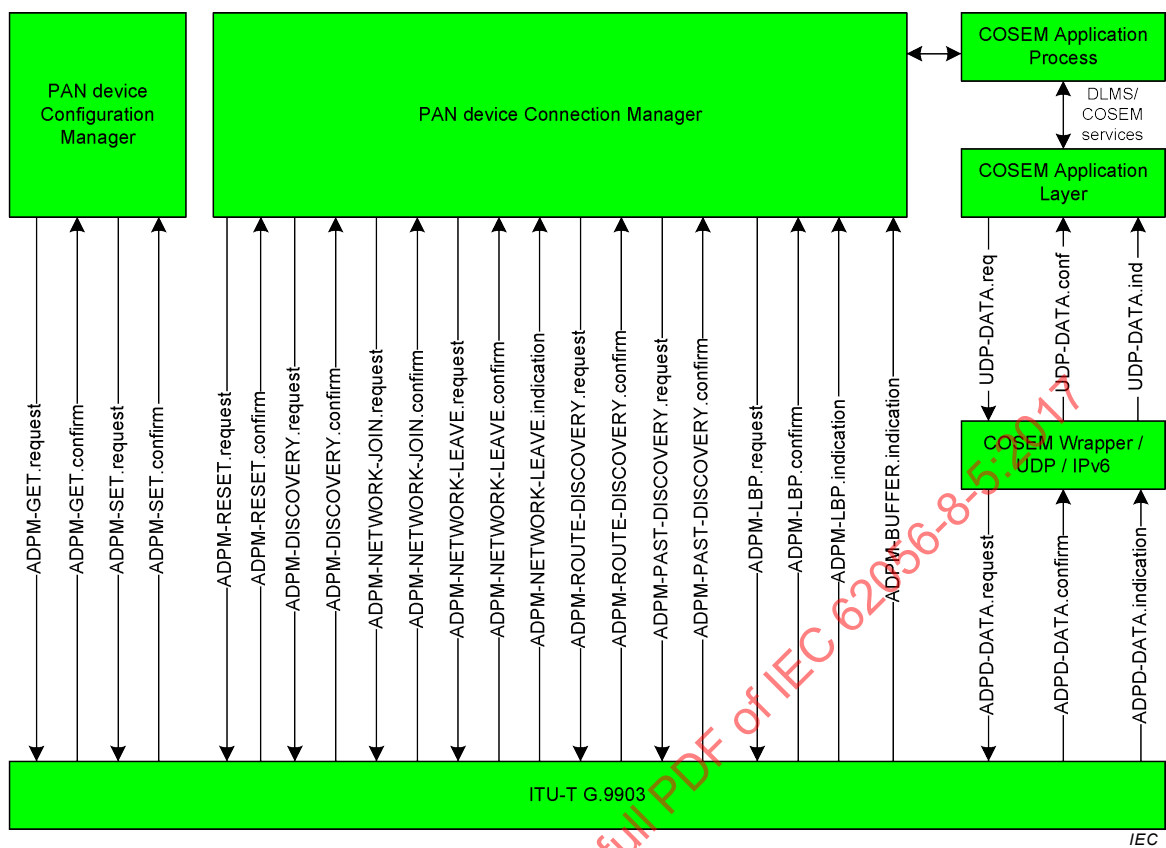


Figure 3 – PAN device communication profile architecture

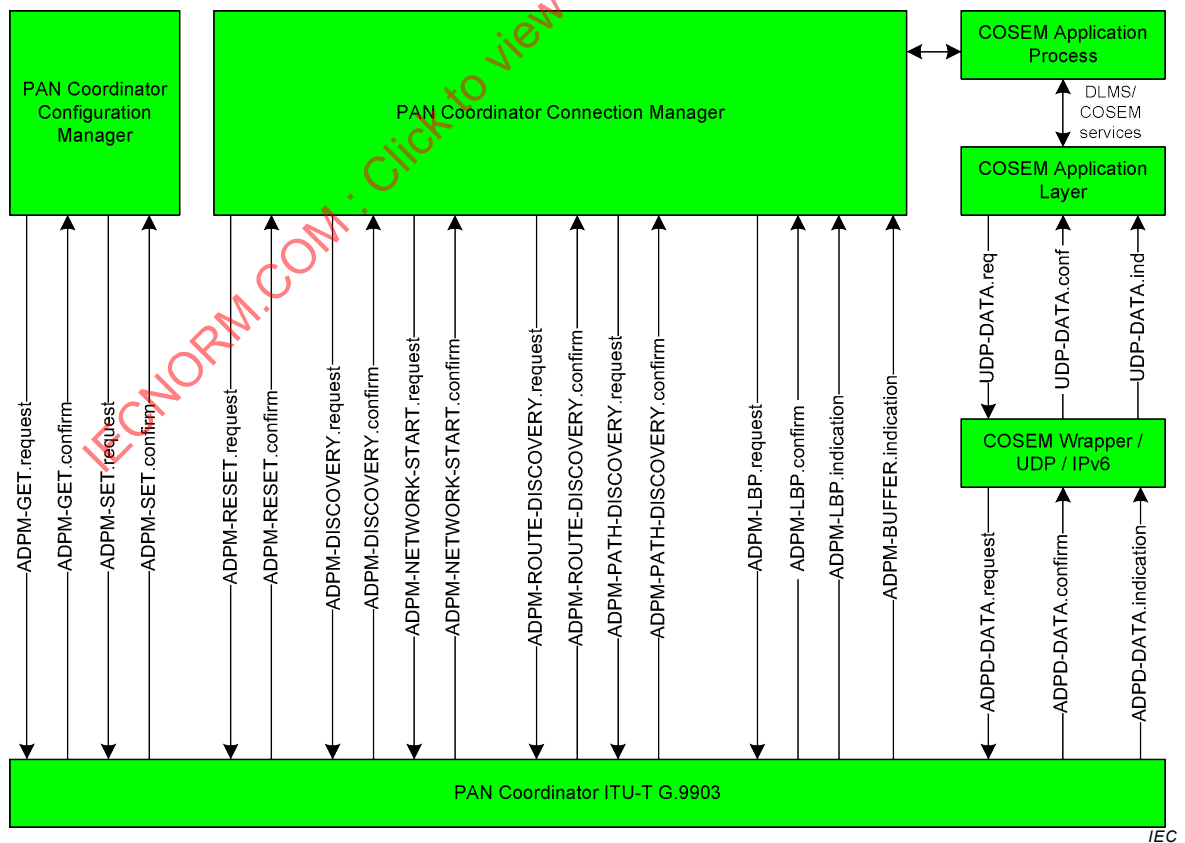


Figure 4 – PAN coordinator communication profile architecture

The Configuration Manager (for the PAN device and the PAN Coordinator) is in charge of managing the configuration of the ITU-T G.9903:2014 sublayers. The following service primitives are used to access ITU-T G.9903:2014 configuration attributes:

- ADPM-SET.request, .confirm;
- ADPM-GET.request, .confirm.

For more details about configuration service primitives, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.6.

5.3.2 Physical layer

5.3.2.1 Overview

This layer provides the interface between the equipment and the physical transmission medium that is the power line. It transmits and receives MPDUs between neighbour nodes. The physical layer uses OFDM modulation. The OFDM signal uses a frequency bandwidth depending on the frequency band used: 54,687 5 kHz for the CENELEC A band for example.

For more details about the G3-PLC PHY layer, see ITU-T G.9903:2014, Clause 7.

5.3.2.2 G3-PLC PHY data plane services

G3-PLC PHY data plane services are generated / used by the MAC layer entity whenever data have to be transmitted to / received from (a) peer MAC entity(ies) using the PHY transmission procedures. See ITU-T G.9903:2014, 7.17.1. They are the following:

- PD-DATA.request: allows the MAC layer entity to request the transmission of an MPDU to a peer MAC entity;
- PD-DATA.confirm: allows the PHY layer entity to confirm the end of the transmission of an MPDU to the local MAC entity;
- PD-DATA.indication: allows the PHY layer entity to transfer a PPDU from the PHY to the local MAC entity;
- PD-ACK.request: allows the MAC layer entity to send an ACK PHY frame to the peer MAC entity via the local PHY entity;
- PD-ACK.confirm: allows the PHY layer entity to confirm the end of the transmission of an ACK PHY frame to the local MAC entity;
- PD-ACK.indication: allows the PHY layer entity to indicate that an ACK PHY frame has been received from a peer MAC entity.

5.3.2.3 G3-PLC PHY management plane services

G3-PLC PHY management plane services are used to manage the physical layer by the MAC layer. See ITU-T G.9903:2014, 7.17.2. They are described below:

- PLME_SET: allows the MAC layer entity to set the characteristics (power, modulation, etc.) to be used for PHY packet transmission;
- PLME_GET: allows the MAC layer entity to get physical information from the last physical packet received: channel characteristics (power, modulation, etc.), the signal noise ratio (SNR) global or per each carrier and the phase differential with the neighbour;
- PLME_SET_TRX_STATE: allows the MAC layer entity to change the mode of the PHY layer either in transmission or reception mode;
- PLME_CS: allows the MAC layer entity to get media status using carrier sense (either idle or busy). This information is used by the CSMA-CA algorithm implemented in the MAC layer.

5.3.3 MAC layer

5.3.3.1 Overview

A G3-PLC subnetwork is a mesh network with two types of nodes, PAN Coordinator and PAN device. The PAN coordinator is at the root of the mesh network and acts as the master node that provides the subnetwork with connectivity. There is one PAN coordinator in a subnetwork. Any other subnetwork node is a PAN device.

The PAN Coordinator manages the G3-PLC subnetwork's resources and connections. PAN devices have to follow a registration process to securely join the subnetwork.

PAN devices start in a "non-associated" state before discovering their environment (neighbouring PAN coordinators and PAN devices) to register to the G3-PLC subnetwork. Once the registration process has been successfully completed, the PAN device receives a short MAC address and may automatically serve as a router for other PAN devices attempting to connect to the subnetwork.

The functions offered by the MAC layer are:

- Channel Access implementation using the CSMA/CA algorithm;
- Inter-frame (IFS) spacing management;
- Management of the priority access to the channel following the type of MPDU to transmit;
- Automatic Repeat Request (ARQ) mechanism between nodes based on acknowledged and unacknowledged retransmission;
- MAC packet (MPDU) segmentation and reassembly to/from PHY layer;
- MAC packet (MPDU) ciphering.

5.3.3.2 G3-PLC MAC data services

G3-PLC MAC data services are generated/used by the Adaptation layer entity whenever data have to be transmitted to/received from (a) peer Adaptation entity(ies) using the MAC transmission procedures. See ITU-T G.9903:2014, 9.3.3. They are the following:

- MCPS-DATA: is used for sending or receiving unicast, multicast or broadcast data.

5.3.3.3 G3-PLC MAC management services

G3-PLC MAC management services are generated / used between the local Adaptation layer entity and the local MAC entity. See ITU-T G.9903:2014, 9.3.3. They are the following:

- MLME-BEACON-NOTIFY: allows the MAC layer entity to send to the Adaptation layer entity information received from a neighbour during neighbourhood discovery;
- MLME-GET: allows the Adaptation layer entity to request the value of a given configuration PIB attribute from the MAC layer entity;
- MLME-RESET: allows the Adaptation layer entity to reset the MAC layer entity to its default state;
- MLME-SCAN: used by the Adaptation layer entity to initiate an active channel scan to discover the neighbourhood G3-PLC network;
- MLME-COMM-STATUS: allows the local MAC layer entity to inform the Adaptation layer entity about the status of a communication;
- MLME-SET: allows the Adaptation layer entity to set the value of a given configuration PIB attribute of the MAC layer entity;
- MLME-START: allows the Adaptation layer entity to initiate a new G3-PLC subnetwork (new PAN). This service is only used by the PAN Coordinator;

- MLME-SYNC-LOSS: allows the MAC layer entity to indicate to the Adaptation layer entity a detection of an alternate PAN network (i.e. another G3-PLC subnetwork managed by another PAN Coordinator).

5.3.4 Network layer – IPv6

5.3.4.1 Overview

This subclause describes how IPv6 is supported over ITU-T G.9903 layers.

The IPv6 protocol has to be implemented in conformance with IETF RFC 2460 and the appropriate updates to the protocol. The following subclauses specify the IPv6 addressing plan meeting architectural considerations, guaranteeing overall scalability and enabling IP end-to-end communications (direct IP communication between the HES and the meters as mentioned in 5.1).

5.3.4.2 IPv6 addressing plan

The most important feature of IPv6 is a much larger address space than that of IPv4: IPv6 addresses length is 128 bits compared to the 32-bit IPv4 addresses. Furthermore, compared to IPv4, IPv6 supports multi-addressing on one physical interface (global, unique or link local IPv6 addresses).

IPv6 addresses are typically composed of two logical parts: a 64-bit (sub-)network prefix used for routing, and a 64-bit host part used to identify a host within the network.

The formats allowed for an IPv6 address are shown in Figure 5 (see <http://www.iana.org/assignments/ipv6-address-space/>). In order to facilitate the representation of IPv6 addresses, a specific notation defined in IETF RFC 4291 has been specified by IETF (e.g. FF00::8).

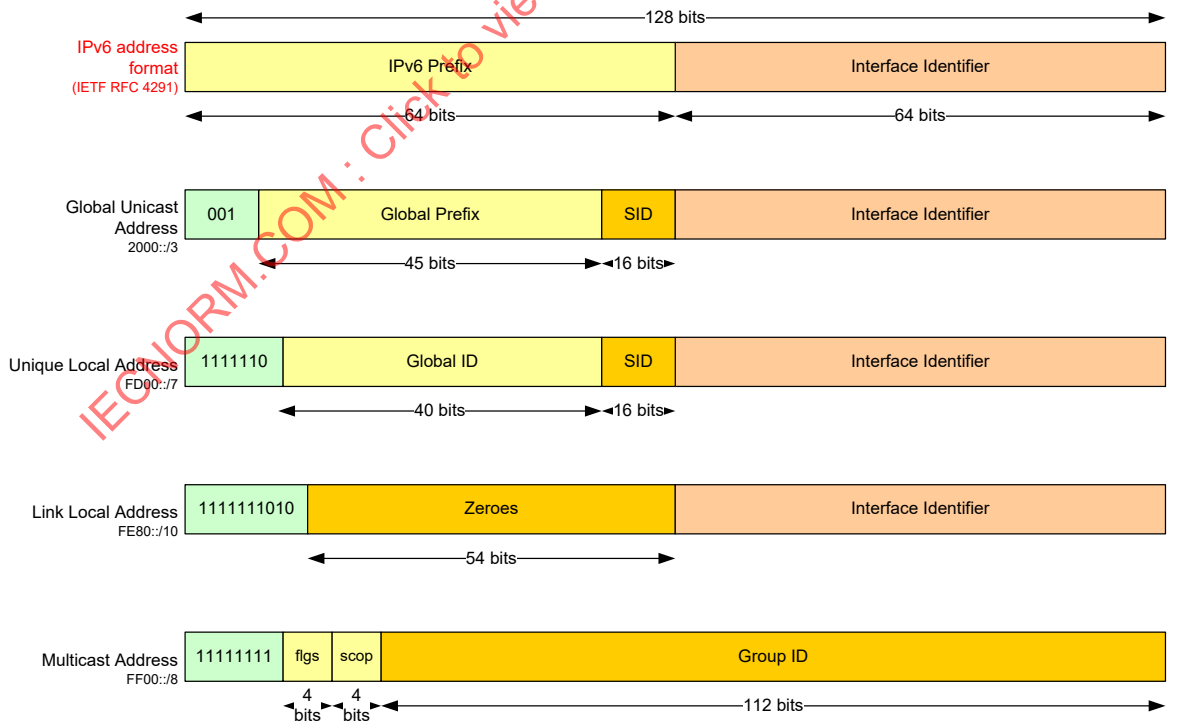


Figure 5 – IPv6 address formats

Where:

- Global Unicast Address (GUA) is a routable address in the whole internet network and is composed as follows:
 - Global Prefix assigned by IANA (see <http://www.iana.org/assignments/ipv6-unicast-address-assignments/>);
 - Subnet ID (SID) allocated by the network administrator; and
 - Interface Identifier either generated from the interface's MAC address (using modified EUI-64 format), or obtained from a DHCPv6 server, or assigned manually;
- Unique Local Address (ULA) defined in IETF RFC 4193 is a unicast address only applicable to a private network. This type of address is not routable outside the private network. The Global ID and the Subnet ID (SID) are allocated by the network administrator;
- Link Local Address is a unicast address allowed for a local link. This type of address is not routable outside a local link;
- Multicast Address allows simultaneous addressing of different devices of a network. Following the scope (scop field) of the address, the multicast group may be either Interface-local, Link-local, Admin-local, Site-local, Organization-local or global. For more information about the flgs and scop fields, see IETF RFC 4291:2006, 2.7.

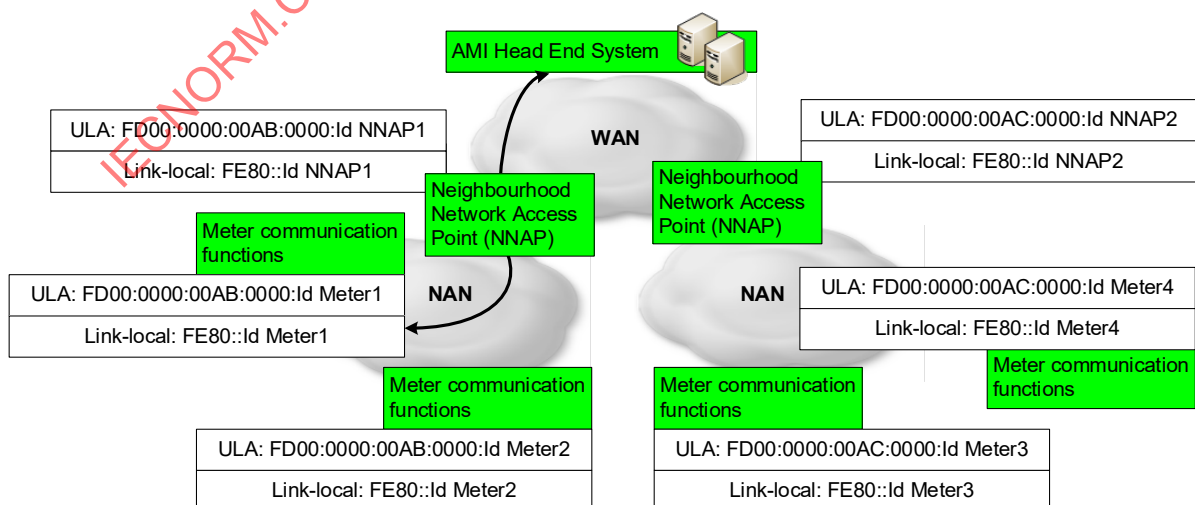
It is important to note that there is no broadcast address defined in IPv6.

For more information concerning IPv6 addressing, see IETF RFC 4291.

ITU-T G.9903:2014 allows the use of all these address types. It is to be noted that both PAN coordinators and PAN devices are provisioned with one default link-local scope multicast address (0xFF02::0001) corresponding to the 0x8001 adaptation layer group ID.

ULA type addresses are recommended to be used for end-to-end communication between external IP hosts and devices belonging to the subnetwork in addition to the link-local addresses the use of which is restricted to local communication between devices belonging to the subnetwork. Alternatively, GUA addresses may be used as well (although the ability to route this type of addresses over the Internet should be taken into account).

Figure 6 shows an example of IPv6 addressing plan using the ITU-T G.9903:2014 communication profile:



IEC

Figure 6 – IPv6 Addressing plan example

Prefix construction is based on the 0xFD/8 static ULA prefix, the global ID is used to guarantee a unique prefix for each NNAP (in the example given, the Global IDs 0x00:0000:00AB and 0x00:0000:00AC are used) and the Subnet ID are reserved for future use (it is set to 0x0000).

For each PAN device in the G3-PLC network, the COSEM configuration object "IPv6Setup" (class_id = 48, see IEC 62056-6-2) lists the valid multicast addresses which reflects the possible combinations derived from the group table entries and, eventually, relevant context information.

5.3.4.3 IPv6 address provisioning

In order to comply with the IPv6 addressing plan outlined previously, IPv6 address provisioning is carried out in two steps:

- When a new PAN device joins a G3-PLC PAN, the bootstrapping procedure specified in ITU-T G.9903:2014 is applied as stated in ITU-T G.9903:2014 9.4.4.2.2. This commissioning procedure results in the secure delivery of an IPv6 link-local address composed as follows; see Figure 7.

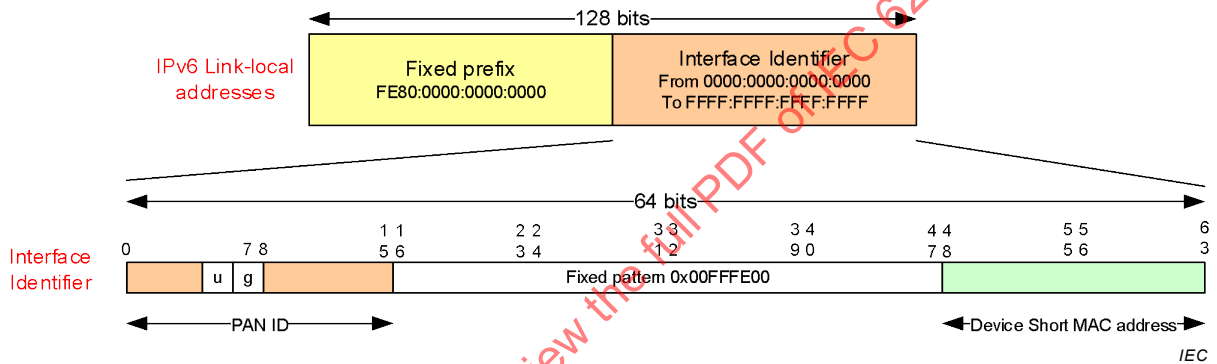


Figure 7 – IPv6 Link-local address composition

- The link-local prefix (FE80::/10) and a 64-bit interface identifier derived from the 16-bit PAN ID; and
- The 16-bit short address allocated by the PAN Coordinator during the bootstrapping procedure.

The 16-bit short addresses shall be provisioned as described in Table 1:

Table 1 – 16-bit short addresses allocation rule

Device type	Valid range
PAN Coordinator	0x0000
PAN device	0x0001 – 0x7FFF
Multicast addresses	0x8000 – 0x9FFF
Reserved addresses	0xA000 – 0xFFFE

- Once the PAN device has successfully joined the network, a second phase consists in the assignment of an IPv6 ULA address to the device, composed of a prefix advertised by the PAN coordinator and a 64-bit interface identifier corresponding to the interface identifier of the previously provisioned IPv6 link-local address. For the management of the IPv6 prefix, see ITU-T G.9903:2014, Table 9-28.

5.3.5 Transport layer – UDP

This subclause focuses on the use of the UDP protocol (see IETF RFC 768) within the ITU-T G.9903:2014 communication profile. The DLMS/COSEM Application layer has an interface with the UDP transport layer through the UDP/COSEM wrapper.

Table 2 summarizes the valid UDP port numbers for the DLMS/COSEM over the ITU-T G.9903:2014 profile:

Table 2 – UDP port numbering

Application	DLMS Server UDP ports		DLMS Client UDP ports	
	Source	Destination	Source	Destination
DLMS/COSEM	61616	61617 – 61629	61617 – 61629	61616

This choice has been made to ensure the best performance of the UDP/IPv6 header compression algorithm embedded in the ITU-T G.9903:2014 Adaptation layer (see ITU-T G.9903:2014, 9.4.2.2).

5.4 Service mapping and adaptation layers

5.4.1 Overview

NOTE The following description is based on ITU-T G.9903:2014, 9.4.

The functions offered by the IPv6 Adaptation layer are:

- Bootstrapping and authentication process;
- UDP and IPv6 header compression;
- LOADng Mesh Routing protocol (may be disabled);
- IPv6 Address auto-configuration;
- Fragmentation and reassembly of IPv6 packets;
- G3-PLC subnetwork management;
- Unicast and multicast.

5.4.2 G3-PLC Adaptation data services

G3-PLC Adaptation data plane services are generated / used by the application layer whenever data has to be transmitted to / received from (a) peer(s) using the Adaptation transmission procedures. See ITU-T G.9903:2014, 9.4.6.1. It is the following:

- ADPD-DATA: is used to send or receiving unicast, multicast or broadcast data.

5.4.3 G3-PLC Adaptation management services

G3-PLC Adaptation management plane services are generated / used by the local application, layer entity to the local Adaptation layer entity. See ITU-T G.9903:2014, 9.4.6.2. They are the following:

- ADPM-DISCOVERY: allows the upper layers to request to the Adaptation layer to scan for G3-PLC subnetwork in its POS;
- ADPM-NETWORK-START: allows the upper layers to request the starting of a new G3-PLC subnetwork. It shall only be invoked by a device designated as the PAN Coordinator of the new G3-PLC subnetwork;
- ADPM-NETWORK-JOIN: for a PAN device, allows the upper layers to request to register to a specific G3-PLC network (identified by its PAN identifier). On the other hand, for the

PAN Coordinator, this service primitive is used to inform the upper layers about a new request of registering;

- ADPM-NETWORK-LEAVE: allows the upper layers of a PAN device to remove itself from the G3-PLC subnetwork. This service primitive is not applicable for the PAN Coordinator;
- ADPM-RESET: allows the upper layers to request a reset of the G3-PLC PAN device or PAN coordinator (including the Adaptation and MAC layers);
- ADPM-GET: allows the upper layers to request the value of a given configuration PIB attribute of the Adaptation and MAC layer entities;
- ADPM-SET: allows the upper layers to set the value of a given configuration PIB attribute of the Adaptation and MAC layer entities;
- ADPM-NETWORK-STATUS: allows the upper layers of a PAN Coordinator to be notified when the Adaptation layer has received an LBP message from a device on the network indicating that a PAN ID conflict is occurring;
- ADPM-ROUTE-DISCOVERY: allows the upper layers to obtain a route to a given G3-PLC device;
- ADPM-PATH-DISCOVERY: collects the Link Costs all along the forward and reverse route to a given G3-PLC device;
- ADPM-LBP: allows the upper layers of a PAN device to send the LBP message to the PAN Coordinator. The LBP messages are used during the registration (bootstrapping procedure). This service primitive is not applicable to the PAN Coordinator;
- ADPM-Buffer: allows the adaptation layer to inform the upper layers about the fact that the modem has reached its capacity limit to process the next frame.

5.5 Registration and connection management

5.5.1 PAN device Connection Manager

5.5.1.1 Overview

The PAN device Connection Manager is in charge of:

- Managing the bootstrapping procedure (registration procedure to an established G3-PLC network);
- Leaving the associated G3-PLC subnetwork if requested by the application layer;
- Managing the G3-PLC communication route for diagnostic / maintenance and performance purposes.

The purpose of the following subclauses is to describe the different procedures listed above. Clauses A.1 and A.2 illustrate the G3-PLC PAN management procedures.

5.5.1.2 Bootstrapping procedure

The bootstrapping procedure defines the start-up procedure executed by any PAN device to register itself to a G3-PLC network. This procedure is divided into several steps as follows:

- a) Neighbourhood discovering phase: permits to discover the different PAN devices or PAN Coordinator which are in the local POS (direct connection without using router to communicate). Associated service primitives used: ADPM-DISCOVERY.request, .confirm;
- b) Access control phase: based on the information of the discovery, the PAN device Connection Manager is able to select a LBA (which is a G3-PLC node that has already joined the PAN and thus, it is already a member of the PAN) to send a registration request to the PAN Coordinator managing the selected G3-PLC network. Associated service primitive used: ADPM-NETWORK-JOIN.request;
- c) Authentication and key distribution phase: permits to have a mutual authentication and initial exchange of ciphering material with the PAN Coordinator. Also, this procedure permits a mutual control of session keys derivation;

- d) Authorization and initial configuration phase: once the authentication is successfully done, the PAN Coordinator assigns to this new PAN device a 16-bit short MAC address. Associated service primitive used: ADPM-NETWORK-JOIN.confirm.

At the end of the bootstrapping procedure, the PAN device is registered to the PAN Coordinator and may exchange IPv6 packets by using an optimized communication route.

For more detail about this procedure, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.

5.5.1.3 Leaving a PAN

A PAN device may leave a PAN in two ways:

- a) Either by requesting it to the PAN Coordinator. For more detail, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.8. Associated service primitives used:
- ADPM-NETWORK-LEAVE.request, .confirm.
- b) Or by receiving an order from the PAN Coordinator. For more detail, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.7. Associated service primitive used:
- ADPM-NETWORK-LEAVE.indication.

At the end of this process, the 16-bit short address allocated previously by the PAN Coordinator shall be set to 0xFFFF. The PAN device cannot exchange data packets within the PAN anymore, unless it starts a new bootstrapping procedure as described in ITU-T G.9903:2014, 9.4.4.

5.5.1.4 Managing the G3-PLC network

The Recommendation ITU-T G.9903:2014 supports a mesh routing algorithm embedded in the 6LoWPAN adaptation sub-layer: LOADng (Lightweight On-demand Ad hoc Distance-vector routing protocol – next generation). This reactive routing algorithm is able to establish upstream and downstream routes from a node to any other node in the PAN in an efficient manner. It is also capable of handling unidirectional links and to find alternative routes if the intermediate link is broken or if the intermediate device runs out of memory. By invoking specific services, the PAN device Connection Manager may request:

- Manual route discovery: this can be triggered for maintenance or performance purposes. This mechanism aims at forcing the installation of a route even if no data has to be sent over the PAN. For more details, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.3.2.3. Associated service primitives used: ADPM-ROUTE-DISCOVERY.request, confirm;
- Path discovery: this can be triggered for maintenance or performance purposes. The goal is to retrieve characteristics (quality, modulation, tone maps, etc.) of each link constituting the forward and reverse route to a specified destination node. For more details, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.3.2.4. Associated service primitives used: ADPM-PATH-DISCOVERY.request, .confirm.

5.5.2 PAN Coordinator Connection Manager

5.5.2.1 Overview

The PAN Coordinator Connection Manager is in charge of:

- Initialisation of the G3-PLC network;
- Managing the association requests from PAN devices;
- Leaving a PAN – removal of a device by the PAN coordinator;
- Managing the G3-PLC network.

The purpose of the following subclauses is to describe the different procedures listed above.

5.5.2.2 Initialisation of the G3-PLC network

To start the G3-PLC network, the PAN Coordinator Connection Manager shall initiate its own PAN to permit PAN devices in the neighbourhood to register / associate to the new G3-PLC subnetwork. The procedure is fully defined in ITU-T G.9903:2014, Annex C. Associated service primitives used:

- ADPM-RESET.request, .confirm;
- ADPM-DISCOVERY.request, .confirm;
- ADPM-NETWORK-START.request, .confirm.

5.5.2.3 Managing the association requests from PAN devices

The main task of the PAN Coordinator Connection Manager is to manage the joining request of PAN devices. This procedure is divided into several steps as follow:

- a) Access control phase: on reception of a new registration request, the PAN Coordinator shall compare the EUI-64 address of the new PAN device with an access control list (white or black list). If the address is authorized, the bootstrapping procedure may continue. Otherwise, the request shall be declined by the PAN Coordinator. The implementation of the access control list is out of scope of this specification. For more details, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.3. Associated service primitives used:
 - ADPM-LBP.request, .confirm, .indication.
- b) Authentication and key distribution phase: permits to have a mutual authentication and initial exchange of ciphering material with the PAN device. Also, this procedure permits a mutual control of session key derivation. The management of the key is out of scope of this specification. For more details, see ITU-T G.9903, 9.4.4.2.2.4. Associated service primitives used:
 - ADPM-LBP.request, .confirm, .indication.
- c) Authorization and initial configuration phase: once the new PAN device is authenticated, the PAN Coordinator selects a 16-bit short address, globally defined and fully routable in the PAN and sends it back to the PAN device. It is recommended that one short address is assigned to one EUI-64 address for a given Group session key. For more details, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.5. Associated service primitives used:
 - ADPM-LBP.request, .confirm, .indication.

For more detail about this procedure, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.

5.5.2.4 Leaving a PAN – removal of a device by the PAN coordinator

The PAN coordinator may instruct a device to remove itself from the network invoking the ADPM-LBP.request service primitive, using a KICK frame. Associated service primitives used:

- ADPM-LBP.request, .confirm, .indication,

For more details, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.7.

5.5.2.5 Managing the G3-PLC network

By invoking specific services, the PAN Coordinator Connection Manager may request:

- Manual route discovery: this can be triggered for diagnosis. For more detail, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.3.2.3. Associated service primitives used: ADPM-ROUTE-DISCOVERY.request, .confirm;
- Path discovery: this can be triggered for diagnosis. The goal is to retrieve the detail of each link constituting the forward and reverse route to a given destination node. For more detail, see ITU-T G.9903:2014, 9.4.3.2.4. Associated service primitives used: ADPM-PATH-DISCOVERY.request, .confirm.

The PAN coordinator may also receive from the ITU-T G.9903:2014 modem information about the G3-PLC network. This notification is generated when the adaptation sublayer of a PAN coordinator has received an LBP message from a device on the network indicating that an alternate PAN ID has been detected (see ITU-T G.9903:2014, Table 9-1 for a description of the PAN ID detection handling mechanism). Associated service primitive used: ADPM-NETWORK-STATUS.indication.

For COSEM interface classes used to set up the communication media and to manage it see Clause 8 and IEC 62056-6-2.

6 Identification and addressing schemes

The addressing scheme is described in 5.3.4. This profile does not put any restrictions on client and server SAP addressing.

7 Specific considerations for the application layer services

7.1 Overview

The metering application comprises layers 5 to 7 of the OSI model as well as the application process modelled by the COSEM objects. As described in Figure 2, the model proposed for metering comprises two broad classes of applications: the metering application proper and the applications ensuring the management of the meter.

It is noted that both applications rely natively on UDP, but there is nothing to prevent the future introduction of applications that use TCP.

In the G3-PLC profile, the DLMS/COSEM application strictly complies with the existing standards, namely:

- "COSEM application process" as specified in IEC 62056-6-1 and IEC 62056-6-2;
- "DLMS/COSEM Application layer" as specified in IEC 62056-5-3;
- Security at application level is ensured by the processes specified in IEC 62056-5-3 and IEC 62056-6-2.

Transport of the DLMS/COSEM application protocol by UDP requires the interposition of a "wrapper" in accordance with IEC 62056-4-7:2015. The use of this wrapper allows one to use UDP/IPv6 over ITU-T G.9903:2014.

7.2 Application association establishment and release: ACSE services

Application associations are managed by the COSEM services listed in 7.3.

7.3 DLMS/COSEM services

The DLMS/COSEM services as specified in IEC 62056-5-3 apply, at least the following services shall be supported:

- ACSE services for application association establishment and release:
 - COSEM-OPEN;
 - COSEM-RELEASE;
 - COSEM-ABORT.
- xDLMS services for data exchange:
 - GET;
 - SET;
 - ACTION;
 - EventNotification.

All G3-PLC devices shall use Logical Name (LN) referencing.

7.4 Security mechanisms

Besides the security features provided by IEC 62056-5-3, the MAC layer provides additional security features as specified in ITU-T G.9903:2014.

7.5 Transferring long application messages

Fragmentation and reassembly are provided by the adaptation layer as described in 5.4.

7.6 Media access, bandwidth and timing considerations

There are no special restrictions to be considered.

7.7 Other considerations

7.7.1 UDP DLMS/COSEM wrapper

The UDP DLMS/COSEM wrapper as specified in IEC 62056-4-7:2015 applies, with the selections specified in Table 3. The following conventions apply:

- I = "Informative". The statements of the reference document are provided for information only;
- N = "Normative": The statements of the reference document apply without modifications or remarks;
- S = "Selection": The statements of the reference document apply with the selections specified;
- E = "Extension": The statements of the reference document apply with the extensions specified;
- N/R = "Not Relevant": The statements of the reference document do not apply. An explanation may be given under the part title.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62056-8-5:2017

Table 3 – Selections from IEC 62056-4-7:2015

Clause	Title and remarks/modifications	Statement
1	Scope	N
2	Normative references	N
3	Terms, definitions and abbreviations	N
3.1	Terms and definitions	N
3.2	Abbreviations	N
4	Overview	N
5	The DLMS/COSEM connection-less, UDP-based transport layer	N
5.1	General	N
5.2	Service specification for the DLMS/COSEM UDP-based transport layer	N
5.2.1	General	N
5.2.2	The UDP-DATA service	N
5.2.2.1	UDP-DATA.request - Specific UDP ports have been defined in 5.3.5 in order to take full advantage of the compression of the UDP headers by the ITU-T G.9903:2014 Adaptation layer (see ITU-T G.9903:2014, 9.4.2.2 for more details).	S
5.2.2.2	UDP-DATA.indication - The same remarks as for the UDP-DATA.request service primitive apply for the 'Local_UDP_Port' and 'Remote_UDP_Port' parameters.	S
5.2.2.3	UDP-DATA.confirm - The local generation of a UDP-DATA.confirm service primitive does not provide a gain at functional level for the G3-PLC standard, therefore it is ignored.	N/R
5.3	Protocol specification for the DLMS/COSEM UDP-based transport layer	N
5.3.1	General	N
5.3.2	The wrapper protocol data unit (WPDU)	N
5.3.3	The DLMS/COSEM UDP-based transport layer protocol data unit	N
5.3.4	Reserved wrapper port numbers (wPorts)	N
5.3.5	Protocol state machine	N
6	The DLMS/COSEM connection-oriented, TCP-based transport layer	N/R
6.1	General	N/R
6.2	Service specification for the DLMS/COSEM TCP-based transport layer	N/R
6.2.1	General	N/R
6.2.2	The TCP-CONNECT services	N/R
6.2.2.1	TCP-CONNECT.request	N/R
6.2.2.2	TCP-CONNECT.indication	N/R
6.2.2.3	TCP-CONNECT.response	N/R
6.2.2.4	TCP-CONNECT.confirm	N/R
6.2.3	The TCP-DISCONNECT services	N/R
6.2.3.1	TCP-DISCONNECT.request	N/R
6.2.3.2	TCP-DISCONNECT.indication	N/R
6.2.3.3	TCP-DISCONNECT.response	N/R
6.2.3.4	TCP-DISCONNECT.confirm	N/R
6.2.4	The TCP-ABORT service	N/R
6.2.4.1	TCP-ABORT.indication	N/R
6.2.5	The TCP-DATA services	N/R

Clause	Title and remarks/modifications	Statement
6.2.5.1	TCP-DATA.request	N/R
6.2.5.2	TCP-DATA.indication	N/R
6.2.5.3	TCP-DATA.confirm	N/R
6.3	Protocol specification for the DLMS/COSEM TCP-based transport layer	N/R
6.3.1	General	N/R
6.3.2	The wrapper protocol data unit (WPDU)	N/R
6.3.3	The DLMS/COSEM TCP-based transport layer data unit	N/R
6.3.4	Reserved wrapper port numbers	N/R
6.3.5	Definition of the procedures	N/R
6.3.5.1	TCP connection	N/R
6.3.5.2	TCP disconnection	N/R
6.3.5.3	TCP connection abort	N/R
6.3.5.4	Data communication using the TCP-DATA services	N/R
6.3.5.5	High-level state transition diagram of the wrapper sub-layer	N/R
Annex A	Converting OSI-style transport layer services to and from RFC-style TCP function calls	N/R
NOTE References are to IEC 62056-4-7:2015.		

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62056-8-5:2017

7.7.2 DLMS/COSEM communication profile for UDP/IP networks

The communication profile for UDP/IP networks as specified in IEC 62056-9-7:2013 applies, with the selections specified in Table 4.

Table 4 – Selections from IEC 62056-9-7:2013

Clause	Title and remarks/modifications	Statement
1	Scope	I
2	Normative references	N
3	Terms, definitions and abbreviations	N
4	Targeted communication environments	N
5	Structure of the profile(s) - Only the IPv6 network layer and UDP transport layer are applicable for this standard.	S
6	Identification and addressing scheme - For UDP port definition applicable to this standard, see 5.3.5.	S
7	Supporting layer services and service mapping - Only UDP services are supported by this standard	S
8	Communication profile specific service parameters of the COSEM AL services - Only UDP parameters are supported by this standard	S
9	Specific considerations / constraints	N
9.1	Confirmed and unconfirmed AAs and service invocations, packet types used	N
9.2	Releasing application associations: using RLRQ/RLRE is mandatory	N
9.3	Service parameters of the COSEM-OPEN / -RELEASE / -ABORT services	N
9.4	xDLMS client/server type services	N
9.5	The EventNotification Service and the TriggerEventNotificationSending service	N
9.6	Transporting long messages	N
9.7	Allowing COSEM servers to establish the TCP connection	N/R
9.8	The COSEM TCP-UDP/IP profile and real-world IP networks	N
NOTE References are to IEC 62056-9-7:2013.		

8 Communication configuration and management

The configuration and management processes are specified in 5.5.

9 The COSEM application process

No communication profile specific features/restrictions concerning the COSEM application process are needed.

10 Additional considerations for the use of this profile

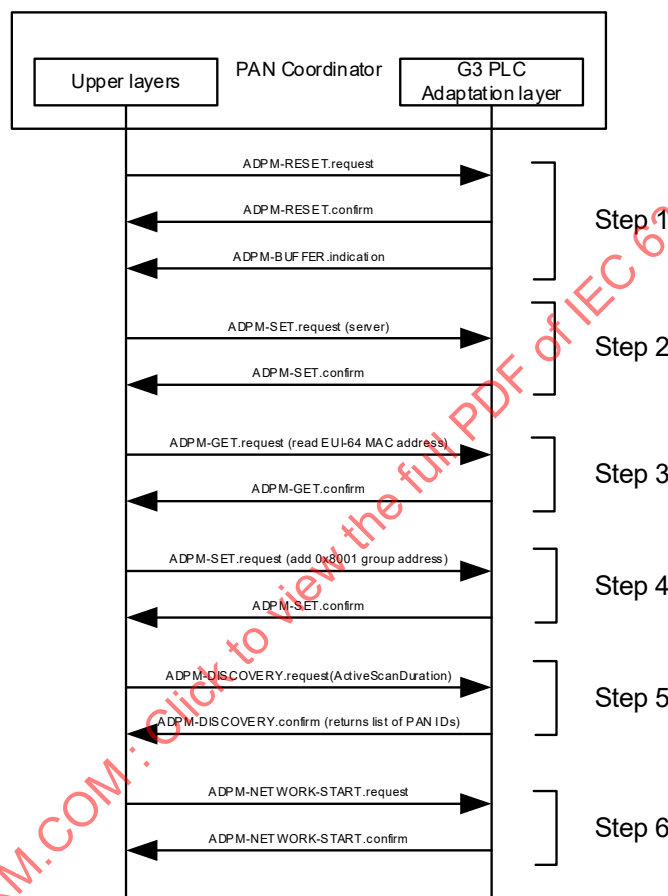
No additional considerations are needed.

Annex A (informative)

Examples

A.1 Example 1: setting up a G3-PLC network dedicated to metering

Before making any G3-PLC communication possible, the data concentrator, typically embedding the PAN coordinator, has to start a G3-PLC network using the mechanisms described in 5.5. The process is shown in Figure A.1:



IEC

Figure A.1 – PAN coordinator initialisation

The following steps are carried out:

- Initialisation – step 1: reset of the G3-PLC modem;
- Initialisation – step 2: configuration of the modem in PAN coordinator mode;
- Initialisation – step 3: the modem's EUI-64 MAC address is read and compared to the address stored within the application layer of the device. If it is different from the modem's parameter, the application layer of the device reconfigures it;
- Initialisation – step 4: the default group address (0x8001) is configured in the G3-PLC modem;
- Initialisation – step 5: a discovery procedure is started as defined in ITU-T G.9903:2014. The duration of the active scan is set to ActiveScanDuration when ADPM-DISCOVERY.request is invoked. The MAC active scan procedure returns a PANDescriptor list;

- Initialisation – step 6: a network start procedure is performed as defined in ITU-T G.9903:2014. By default, the coordinator's short address is set to 0x0000. In addition, a PAN ID is chosen following the rules of the network administrator (out of scope of this document).

A.2 Example 2: smart meters joining a G3-PLC PAN

Meters, also considered as PAN devices according to the G3-PLC terminology, shall initialise their G3-PLC modems and carry out the bootstrapping procedure described below:

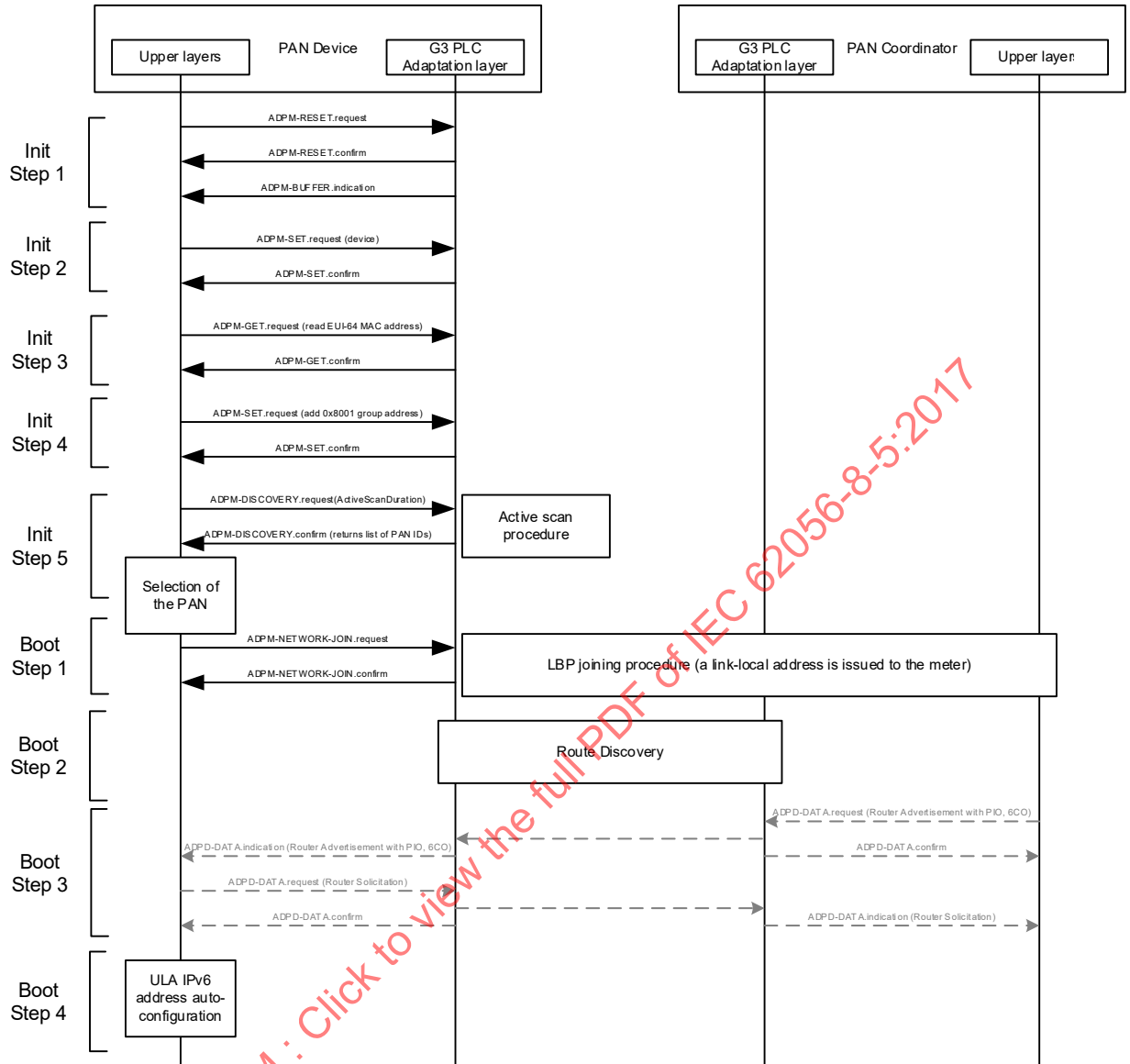
- Initialisation – step 1: reset of the G3-PLC modem;
- Initialisation – step 2: configuration of the modem in PAN device mode;
- Initialisation – step 3: the modem's EUI-64 MAC address is read and compared to the address stored within the application layer of the device. If it is different from the modem's parameter, the application layer of the device reconfigures it;
- Initialisation – step 4: the default group address (0x8001) is configured in the G3-PLC modem;
- Initialisation – step 5: a discovery procedure is started as defined in ITU-T G.9903:2014. The duration of the active scan is set to ActiveScanDuration when ADPM-DISCOVERY.request is invoked. The MAC active scan procedure returns a PANDescriptor list.
- Bootstrapping – step 1: the LowPAN Bootstrapping Protocol procedure is performed as defined in ITU-T G.9903:2014, 9.4.4 in order to join a PAN chosen within PANDescriptor list.
- Bootstrapping – step 2: a route is established between the new PAN device and the PAN coordinator.

A G3-PLC PAN device may be configured using mechanisms such as Neighbour Discovery (IETF RFC 4861) or IPv6 Stateless Address Autoconfiguration (IETF RFC 4862). While Neighbour Discovery configuration allows both ULA and link-local unicast IPv6 addresses to be used, as well as both stateless and stateful multicast addresses, IPv6 Stateless Address Autoconfiguration only allows the use of link-local unicast addresses and stateless multicast addresses.

Consequently, the following steps are performed only if the Neighbour Discovery mechanism is used:

- Bootstrapping – step 3: the PAN device receives a Router Advertisement from the PAN coordinator carrying the context information. Router Solicitation is sent if no Router Advertisement has been received.
- Bootstrapping – step 4: the PAN device autoconfigures its full ULA IPv6 address based on the received context information.

The sequence chart in Figure A.2 illustrates a PAN device's initialisation and complete bootstrapping procedure.



IEC

Figure A.2 – PAN device initialisation and bootstrapping

Annex B
(normative)

New COSEM interface classes and OBIS codes

No new COSEM Interface Classes are needed to support this profile.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62056-8-5:2017

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
INTRODUCTION.....	36
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes, définitions et termes abrégés	39
3.1 Termes et définitions	39
3.2 Termes abrégés.....	39
4 Environnements de communication ciblés.....	40
5 Utilisation des couches de communication pour ce profil	41
5.1 Informations relatives à l'utilisation de la norme spécifiant les couches basses	41
5.2 Structure des profils de communication.....	41
5.3 Couches basses des protocoles et leur utilisation	43
5.3.1 Vue d'ensemble	43
5.3.2 Couche physique	44
5.3.3 Couche MAC	45
5.3.4 Couche de réseau – IPv6.....	46
5.3.5 Couche transport – UDP	50
5.4 Mise en correspondance de services et couches d'adaptation.....	50
5.4.1 Vue d'ensemble	50
5.4.2 Services de données d'adaptation G3-CPL	50
5.4.3 Services de gestion d'adaptation G3-CPL	50
5.5 Gestion de l'enregistrement et de la connexion	51
5.5.1 Gestionnaire de connexion du dispositif PAN.....	51
5.5.2 Gestionnaire de connexion du coordinateur PAN	53
6 Identification et plan d'adressage	54
7 Considérations particulières relatives aux services de couche application	54
7.1 Vue d'ensemble.....	54
7.2 Établissement et libération d'associations d'applications: Services ACSE	55
7.3 Services DLMS/COSEM.....	55
7.4 Mécanismes de sécurité.....	55
7.5 Transfert de longs messages d'application.....	55
7.6 Considérations relatives à l'accès au support, à la largeur de bande et considérations temporelles	55
7.7 Autres considérations	55
7.7.1 Enveloppe UDP DLMS/COSEM	55
7.7.2 Profil de communication DLMS/COSEM pour les réseaux UDP/IP	58
8 Configuration et gestion de la communication.....	58
9 Processus d'application COSEM.....	58
10 Considérations supplémentaires relatives à l'utilisation de ce profil	58
Annexe A (informative) Exemples	59
A.1 Exemple 1: configuration d'un réseau G3-CPL dédié au comptage.....	59
A.2 Exemple 2: compteurs intelligents rejoignant un réseau PAN G3-CPL.....	60
Annexe B (normative) Nouvelles classes d'interfaces COSEM et codes OBIS.....	63

Figure 1 – Entités et interfaces d'un système de comptage intelligent utilisant la terminologie de l'IEC 62056-1-0.....	41
Figure 2 – Architecture de protocole G3-CPL.....	42
Figure 3 – Architecture de profil de communication de dispositif PAN.....	43
Figure 4 – Architecture de profil de communication de coordinateur PAN.....	44
Figure 5 – Formats d'adresse IPv6.....	47
Figure 6 – Exemple de plan d'adressage IPv6.....	48
Figure 7 – Composition d'adresse IPv6 Link-Local.....	49
Figure A.1 – Initialisation du coordinateur PAN.....	59
Figure A.2 – Initialisation et amorçage d'un dispositif PAN.....	62
Tableau 1 – Règle d'affectation d'adresses courtes de 16 bits.....	49
Tableau 2 – Numérotation de port UDP.....	50
Tableau 3 – Sélections de l'IEC 62056-4-7:2015.....	56
Tableau 4 – Sélections de l'IEC 62056-9-7:2013.....	58

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62056-8-5:2017

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉCHANGE DES DONNÉES DE COMPTAGE DE L'ÉLECTRICITÉ –
LA SUITE DLMS/COSEM –****Partie 8-5: Profil de communication OFDM G3-CPL à bande étroite
pour les réseaux de voisinage**

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 Commission Electrotechnique Internationale (IEC) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions de la présente Norme internationale peut impliquer l'utilisation d'un service de maintenance concernant la pile de protocoles sur laquelle la présente IEC 62056-8-5 est fondée.

L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ce service de maintenance.

Le fournisseur du service de maintenance a donné l'assurance à l'IEC qu'il consent à fournir des services aux demandeurs du monde entier, à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du fournisseur du service de maintenance est enregistrée à l'IEC. Des informations peuvent être demandées à:

G3-PLC Alliance
<Tour ENEDIS
34 Place des Corolles
92079 Paris La Défense Cedex>
www.g3-plc.com

La Norme internationale IEC 62056-8-5 a été établie par le comité d'études 13 de l'IEC: Comptage et pilotage de l'énergie électrique.

La présente version bilingue (2018-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-08.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 13/1708/CDV et 13/1740/RVC.

Le rapport de vote 13/1740/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62056, publiées sous le titre général *Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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. À 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

Comme le définit l'IEC 62056-1-0, la série IEC 62056 DLMS/COSEM propose des normes de profils de communication spécifiques pour les supports de communication adaptés au comptage intelligent.

Ces normes relatives aux profils de communication spécifient la manière dont le modèle de données COSEM et la couche application DLMS/COSEM peuvent être utilisés sur les couches basses des protocoles de communication spécifiques au support.

Les normes relatives aux profils de communication font référence aux normes de communication appartenant à la série IEC 62056 DLMS/COSEM ou à toute autre norme ouverte de communication.

La présente Norme internationale spécifie le profil de communication DLMS/COSEM pour la communication CPL UIT-T G.9903:2014 s'appuyant sur la technologie OFDM.

Le CPL UIT-T G.9903 est conçu pour répondre aux objectifs suivants:

- Robustesse: le profil de communication doit être adapté à des environnements de ligne électrique difficiles (voir 5.3.2);
- Performances et évolutivité: il intègre la modulation adaptative permettant d'utiliser la modulation adaptée en fonction de la qualité de la liaison (voir 5.3.2) dans des environnements denses (jusqu'à 2 000 nœuds dans le même réseau PAN);
- Sécurité: il doit offrir un environnement sécurisé (voir 7.4);
- Ouverture: il doit reposer sur des normes ouvertes afin de prendre en charge les solutions multifournisseurs (voir Article 5);
- Flexibilité et à l'épreuve du temps: il doit être capable de prendre en charge les applications futures grâce aux capacités de mise en réseau IPv6 (voir 5.3.4).

La présente norme se conforme aux règles définies dans l'IEC 62056-5-3:2017, Annexe A.

ÉCHANGE DES DONNÉES DE COMPTAGE DE L'ÉLECTRICITÉ – LA SUITE DLMS/COSEM –

Partie 8-5: Profil de communication OFDM G3-CPL à bande étroite pour les réseaux de voisinage

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62056 spécifie le profil de communication DLMS/COSEM de l'IEC 62056 pour les besoins du comptage selon les Recommandations de l'UIT-T G.9901: *Émetteurs-récepteurs de courants porteurs en ligne avec multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM) à bande étroite – Spécification de la densité spectrale de puissance* et de l'UIT-T G.9903:2014:2004, *Émetteurs-récepteurs OFDM à bande étroite utilisant les courants porteurs en ligne – G3-PLC*, un protocole de courants porteurs en ligne (CPL) avec multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM).

La couche physique offre une technique de modulation qui utilise de manière efficace la largeur de bande admise dans les limites des bandes CENELEC A (3 kHz – 95 kHz), CENELEC B (95 kHz – 125 kHz), ARIB (10 kHz – 450 kHz) et FCC (aucune limitation de bande de fréquence spécifique), permettant ainsi l'utilisation de techniques avancées de codage de canal. Cela permet d'obtenir une communication robuste en présence d'interférences à bande étroite, de bruit impulsif et d'atténuation sélective de fréquence.

La couche MAC (contrôle d'accès au support) permet de transmettre des trames MAC pendant toute l'utilisation du canal physique de ligne d'alimentation. Elle offre des services de données, de commande de validation de trame, d'association de nœud et de sécurité.

La sous-couche adaptation 6LoWPAN assure une interaction efficace entre la couche MAC et la couche de réseau IPv6. L'utilisation du protocole de réseau IPv6 (la dernière génération des protocoles IP) ouvre un large éventail d'applications et de services potentiels en matière de comptage (mais les applications ne se limitent pas au comptage).

La couche transport, la couche application et le modèle de données sont spécifiés dans la série IEC 62056 DLMS/COSEM.

Le domaine d'application de cette norme relative au profil de communication se limite aux aspects relatifs à l'utilisation des protocoles de communication conjointement avec le modèle de données COSEM et la couche application DLMS/COSEM. Les structures de données spécifiques à un protocole de communication ne relèvent pas du domaine d'application de la présente norme relative au profil de communication.

NOTE Elles sont spécifiées dans les normes de protocole spécifiques.

Toutes les définitions spécifiques au projet des structures de données et du contenu des données peuvent être fournies dans des spécifications d'accompagnement spécifiques au projet.

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 60050-300, *Vocabulaire Électrotechnique International – Mesures et appareils de mesure électriques et électroniques – Partie 311: Termes généraux concernant les mesures – Partie 312: Termes généraux concernant les mesures électriques – Partie 313: Types d'appareils électriques de mesure – Partie 314: Termes spécifiques selon le type d'appareil*

IEC TR 62051, *Electricity metering – Glossary of terms* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 62051-1, *Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control – Glossary of terms – Part 1: Terms related to data exchange with metering equipment using DLMS/COSEM* (disponible en anglais seulement)

IEC 62056-1-0, *Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM – Partie 1-0: Cadre de normalisation du comptage intelligent*

IEC 62056-4-7:2015, *Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM – Partie 4-7: Couche transport DLMS/COSEM pour réseaux IP*

IEC 62056-5-3, *Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM – Partie 5-3: Couche application DLMS/COSEM*

IEC 62056-6-1, *Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM – Partie 6-1: Système d'identification des objets (OBIS)*

IEC 62056-6-2, *Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM – Partie 6-2: Classes d'interfaces COSEM*

IEC 62056-9-7:2013, *Échange des données de comptage de l'électricité – La suite DLMS/COSEM – Partie 9-7: Profil de communication pour réseaux TCP-UDP/IP*

Recommandation UIT-T G.9903:2014, *Émetteurs-récepteurs OFDM à bande étroite utilisant les courants porteurs en ligne – G3-PLC* (disponible à l'adresse <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.9903/en>)

IETF RFC 768, *User Datagram Protocol*. Edited by J. Postel. August 1980. Consultable sur <http://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>

IETF RFC 2460, *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*. Edited by S. Deering, R. Hinden. December 1998. Consultable sur <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>

IETF RFC 4193, *Unique Local IPv6 Unicast Addresses*. Edited by R. Hinden, B. Haberman. October 2005. Consultable sur <http://www.ietf.org/rfc/rfc4193.txt>

IETF RFC 4291, *IP Version 6 Addressing Architecture*. Edited by R. Hinden, S. Deering. February 2006. Consultable sur <http://www.ietf.org/rfc/rfc4291.txt>

IETF RFC 4944, *Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks*. Consultable sur <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>

IETF RFC 6282, *Compression Format for IPv6 Datagrams over IEEE 802.15.4-Based Networks*. Consultable sur <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt>

IETF RFC 4861, *Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)*. Consultable sur <http://www.ietf.org/rfc/rfc4861.txt>

IETF RFC 4862, *IPv6 Stateless Address Autoconfiguration*. Consultable sur <http://www.ietf.org/rfc/rfc4862.txt>

IEEE 802.15.4, *IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks*

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60050-300, l'IEC TR 62051, l'IEC TR 62051-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE En cas de différence entre les définitions des glossaires et celles des normes relatives au profil de communication établies par le comité d'études 13, ces dernières ont la priorité dans les applications de la norme correspondante.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

coordonateur PAN

entité qui met en œuvre le protocole G3-CPL en mesure de contrôler le réseau

3.1.2

dispositif PAN

entité qui met en œuvre le protocole G3-CPL et n'intègre pas les fonctionnalités de coordonateur

3.2 Termes abrégés

AA	Application Association (Association d'applications)
APDU	Application Layer Protocol Data Unit (Unité de données de protocole d'application)
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses (Japon)
6LoWPAN	IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks (IPv6 sur réseaux locaux personnel sans fil basse puissance)
CENELEC	Comité européen de normalisation électrotechnique
COSEM	Companion Specification for Energy Metering (Spécification d'accompagnement pour le comptage de l'énergie)
DLMS	Device Language Message Specification (Spécification de message de langage de dispositif)
FCC	Federal Communications Commission (US)
IEC	International Electrotechnical Commission (Commission électrotechnique internationale)
IP	Internet Protocol (Protocole Internet)
UIT-T	Union internationale des télécommunications – Télécommunications
LBA	LoWPAN Bootstrapping Agent (Agent d'amorçage LoWPAN)
LBP	LoWPAN Bootstrapping Protocol (Protocole d'amorçage LoWPAN)
MAC	Media Access Control (Contrôle d'accès au support)
NNAP	Neighbourhood Network Access Point (Point d'accès au réseau de voisinage)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence)

OSI	Open System Interconnection (Interconnexion de systèmes ouverts)
PAN	Personal Area Network (Réseau personnel)
PLC/CPL	Power Line Communication (Courants porteurs en ligne)
PSK	Pre-Shared Key (Clé prépartagée)
TCP	Transmission Control Protocol (Protocole de contrôle de transmission)
UDP	User Datagram Protocol (Protocole de datagramme utilisateur)

De plus, les abréviations données dans l'UIT-T G.9903:2014, Article 4 s'appliquent également.

4 Environnements de communication ciblés

Le profil de communication OFDM G3-CPL à bande étroite DLMS/COSEM pour les réseaux de voisinage permet d'échanger des données à distance sur des réseaux de voisinage (NN) entre les points d'accès au réseau de voisinage (NNAP) et les points d'accès au réseau local (LNAP) ou les dispositifs terminaux à l'aide de la technologie OFDM, le réseau de distribution d'électricité basse tension faisant office de support de communication. L'architecture fonctionnelle de référence est représentée à la Figure 1.

Les dispositifs terminaux (des compteurs d'électricité, en général) comportent des fonctions d'application et des fonctions de communication. Ils peuvent être reliés directement au NNAP par l'intermédiaire de l'interface C ou à un LNAP par l'intermédiaire d'une interface M, alors que le LNAP est relié au NNAP par l'intermédiaire de l'interface C. La fonction LNAP peut être associée aux fonctions de comptage.

Un NNAP comprend des fonctions de passerelle et peut comporter des fonctions de concentrateur. Il est relié en amont au système centralisé de gestion et de télérelevé (HES) de comptage à l'aide d'un support de communication et de protocoles adaptés. Le canal de communication entre le NNAP et le HES ne relève pas du domaine d'application du présent document.

Les dispositifs terminaux et les LNAP peuvent communiquer avec différents NNAP, mais un seul à la fois. Du point de vue de la communication CPL, le NNAP fait office de coordinateur PAN, alors que les dispositifs terminaux et les LNAP font office de dispositifs PAN.

Les NNAP, mais aussi les LNAP, peuvent communiquer les uns avec les autres, ce qui ne relève pas du domaine d'application du présent document, qui ne traite que de l'interface C.

Si le NNAP dispose des fonctions de concentrateur, il agit comme un client DLMS/COSEM. Si le NNAP dispose uniquement de la fonction de passerelle, le HES agit comme un client DLMS/COSEM. Les dispositifs terminaux ou les LNAP agissent comme des serveurs DLMS/COSEM.

Une architecture mixte est également possible, c'est-à-dire que le HES et le NNAP peuvent agir comme un client.

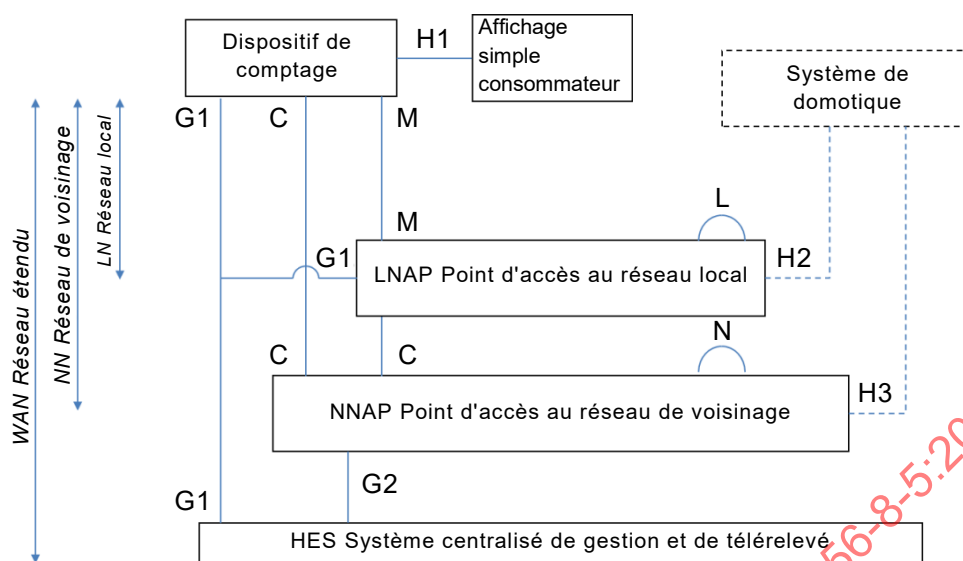


Figure 1 – Entités et interfaces d'un système de comptage intelligent utilisant la terminologie de l'IEC 62056-1-0

5 Utilisation des couches de communication pour ce profil

5.1 Informations relatives à l'utilisation de la norme spécifiant les couches basses

Le modèle de communication proposé intègre naturellement une couche de réseau et une couche transport IP ouvrant la voie à un large éventail d'applications Internet et assurant l'excellente flexibilité de l'architecture système. Il offre la possibilité de disposer:

- soit d'une architecture décentralisée, dans laquelle le NNAP (également appelé concentrateur de données) agit comme un relais d'application, avec plus ou moins d'autonomie. Les échanges au niveau de l'application se limitent, dans ce cas, au dialogue entre les compteurs/LNAP et les NNAP;
- soit d'une architecture plus centralisée dans laquelle le NNAP agit simplement comme une passerelle de réseau, et de compteurs (du point de vue d'une couche application, les LNAP dialoguent directement avec le HES).

Une combinaison de ces architectures est également possible. Une architecture centralisée peut être dédiée aux requêtes sensibles et/ou sur demande, alors que l'architecture répartie peut être utilisée pour les opérations récurrentes.

La couche de réseau choisie s'appuie sur le protocole IPv6 (IETF RFC 2460).

Le protocole utilisé pour la couche transport est UDP (IETF RFC 768), qui offre un transport peu fiable des datagrammes en mode sans connexion. La fiabilité des échanges au sein du réseau CPL est assurée en combinant la robustesse de la couche basse (nouvelles tentatives et correction d'erreurs sans voie de retour de la couche physique, par exemple) et les services DLMS/COSEM.

La spécification UIT-T G.9903:2014 définit un mécanisme normalisé de compression d'en-têtes basé sur l'IETF RFC 6282 permettant la compression d'en-têtes IPv6 et UDP.

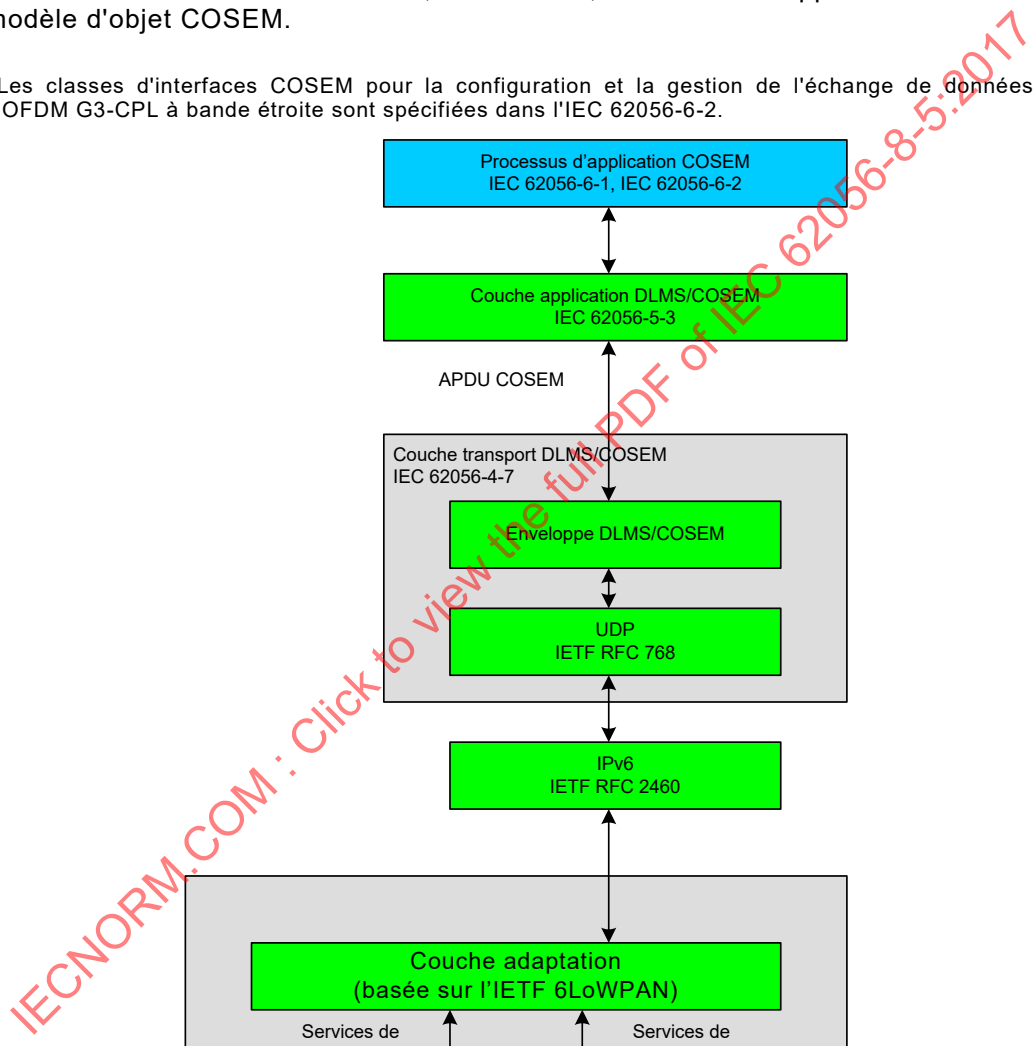
5.2 Structure des profils de communication

La pile de protocoles utilise les couches de protocole suivantes (voir la Figure 2):

- La couche application DLMS/COSEM telle que spécifiée dans l'IEC 62056-5-3 couvrant les fonctions d'application, de présentation et de session;
- La couche transport DLMS/COSEM telle que spécifiée dans l'IEC 62056-4-7:2015, utilisée avec le profil DLMS/COSEM UDP/IPv6 sur le réseau G3-CPL;
- La couche liaison de données UIT-T G.9903:2014, composée de la couche adaptation IETF 6LoWPAN (IETF RFC 4944, IETF RFC 6282) et de la sous-couche MAC;
- La couche physique UIT-T G.9903:2014 adaptée à la bande utilisée (voir l'UIT-T G.9903:2014, Article 7).

Suivant ce modèle de référence, un profil est intégralement défini à l'aide des couches physique et liaison de données G3-CPL, d'UDP/IPv6, de la couche application DLMS/COSEM et du modèle d'objet COSEM.

NOTE Les classes d'interfaces COSEM pour la configuration et la gestion de l'échange de données sur les réseaux OFDM G3-CPL à bande étroite sont spécifiées dans l'IEC 62056-6-2.



IEC

Figure 2 – Architecture de protocole G3-CPL

5.3 Couches basses des protocoles et leur utilisation

5.3.1 Vue d'ensemble

Le profil de communication basé sur UDP/IPv6 s'inscrit totalement dans la lignée du profil de communication DLMS/COSEM pour UDP/IP (voir l'IEC 62056-9-7:2013). Voir cette norme pour de plus amples informations. Le présent paragraphe donne des informations relatives à la liaison des couches UDP/IPv6 aux couches de protocole UIT-T G.9903:2014.

L'architecture générale est la suivante, voir Figures 3 et 4:

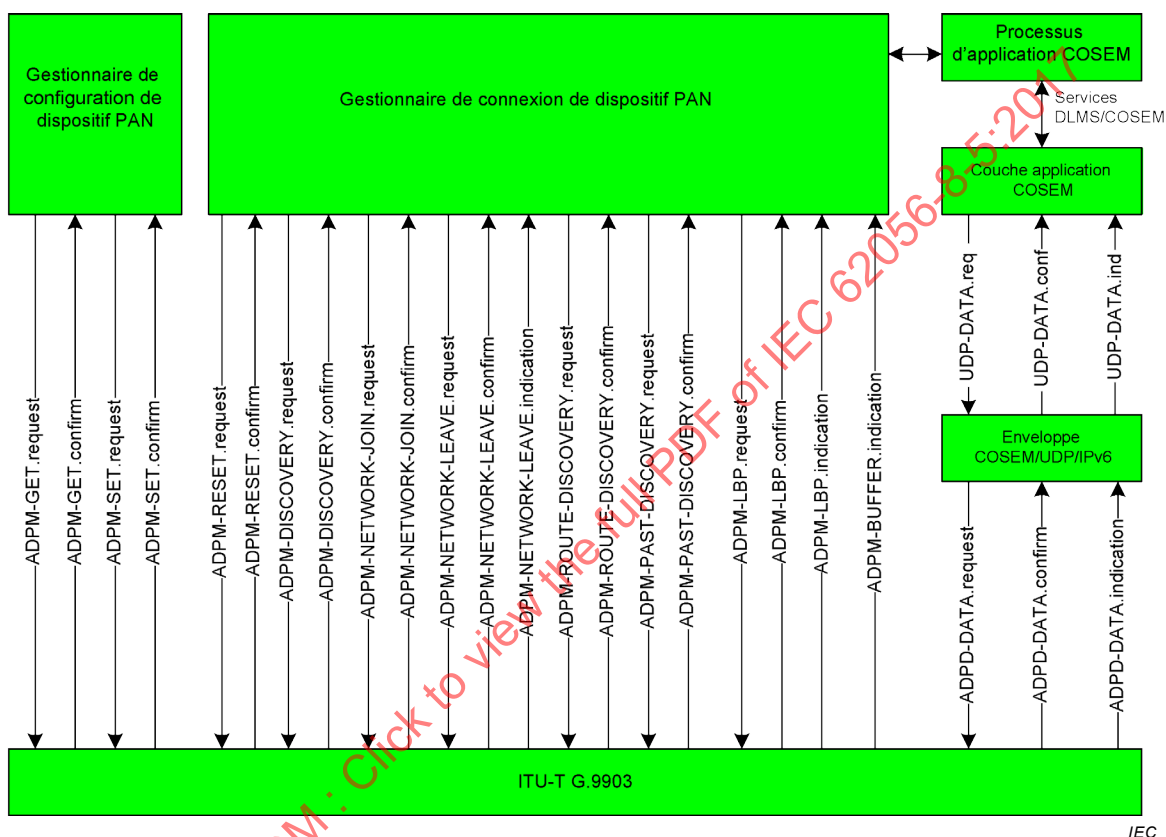


Figure 3 – Architecture de profil de communication de dispositif PAN

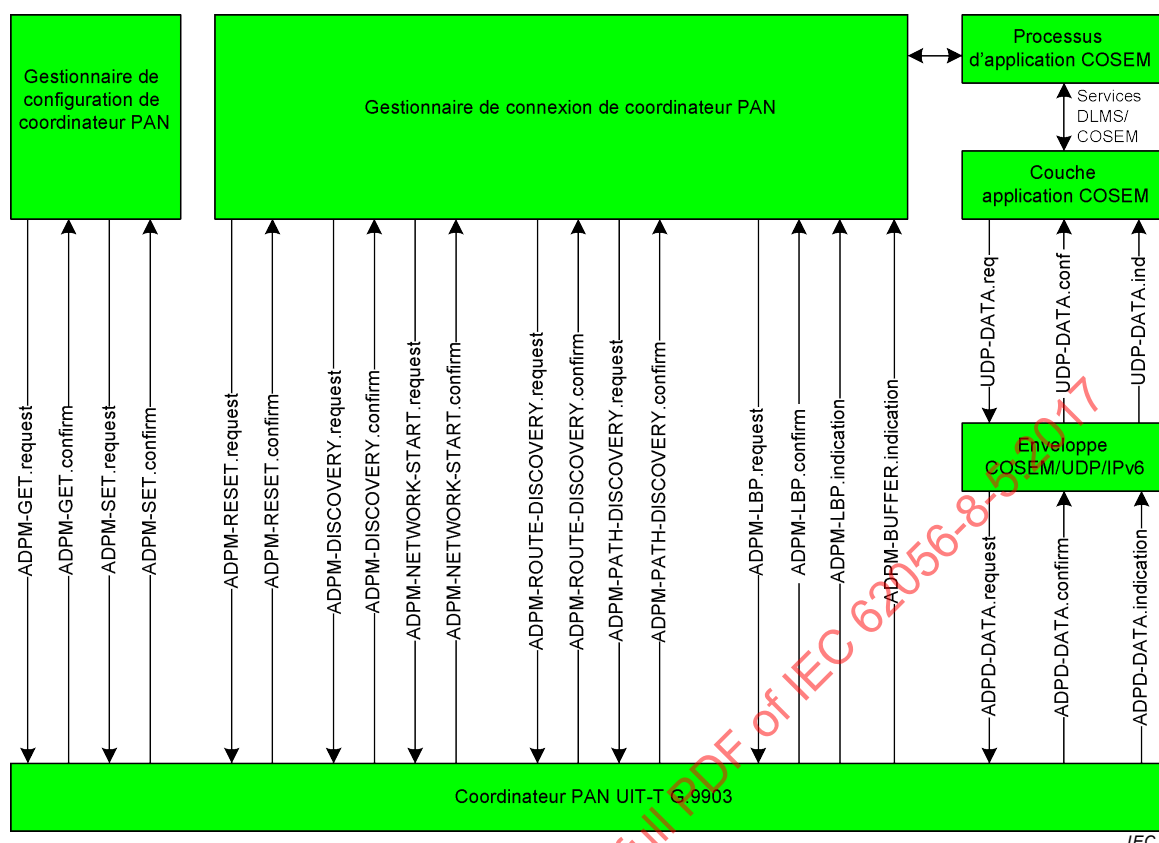


Figure 4 – Architecture de profil de communication de coordonnateur PAN

Le gestionnaire de configuration (pour le dispositif PAN et le coordonnateur PAN) est chargé de gérer la configuration des sous-couches UIT-T G.9903:2014. Les primitives de service suivantes sont utilisées pour accéder aux attributs de configuration UIT-T G.9903:2014:

- ADPM-SET.request, .confirm;
- ADPM-GET.request, .confirm.

Pour de plus amples informations relatives aux primitives de service de configuration, voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.6.

5.3.2 Couche physique

5.3.2.1 Vue d'ensemble

La couche physique assure l'interface entre le matériel et le support de transmission physique, c'est-à-dire le réseau de distribution d'électricité. Elle transmet et reçoit des MPDU entre les nœuds avoisinants. Elle utilise la modulation OFDM. Le signal OFDM utilise une largeur de bande de fréquences qui dépend de la bande de fréquences utilisée: 54,687 5 kHz pour la bande CENELEC A, par exemple.

Pour de plus amples informations relatives à la couche PHY G3-CPL, voir l'UIT-T G.9903:2014, Article 7.

5.3.2.2 Services de plan de données PHY G3-CPL

Les services de plan de données PHY G3-CPL sont générés/utilisés par l'entité de couche MAC à chaque fois que des données doivent être transmises à/reçues d'une ou de plusieurs entités MAC homologues à l'aide des procédures de transmission PHY. Voir l'UIT-T G.9903:2014, 7.17.1. Il s'agit de:

- PD-DATA.request: permet à l'entité de couche MAC de demander la transmission d'une MPDU à une entité MAC homologue;
- PD-DATA.confirm: permet à l'entité de couche PHY de confirmer la fin de la transmission d'une MPDU à l'entité MAC locale;
- PD-DATA.indication: permet à l'entité de couche PHY de transférer une PPDU de l'entité PHY à l'entité MAC locale;
- PD-ACK.request: permet à l'entité de couche MAC d'envoyer une trame ACK PHY à l'entité MAC homologue par l'intermédiaire de l'entité PHY locale;
- PD-ACK.confirm: permet à l'entité de couche PHY de confirmer la fin de la transmission d'une trame ACK PHY à l'entité MAC locale;
- PD-ACK.indication: permet à l'entité de couche PHY d'indiquer qu'une trame ACK PHY a été reçue d'une entité MAC homologue.

5.3.2.3 Services de plan de gestion PHY G3-CPL

Les services de plan de gestion PHY G3-CPL permettent à la couche MAC de gérer la couche physique. Voir l'UIT-T G.9903:2014, 7.17.2. Ils sont décrits ci-dessous:

- PLME_SET: permet à l'entité de couche MAC de définir les caractéristiques (puissance, modulation, etc.) à utiliser pour la transmission de paquet PHY;
- PLME_GET: permet à l'entité de couche MAC d'extraire des informations physiques du dernier paquet physique reçu: les caractéristiques du canal (puissance, modulation, etc.), le rapport signal sur bruit (SNR) global ou par porteuse et le différentiel de phase avec le voisinage;
- PLME_SET_TRX_STATE: permet à l'entité de couche MAC de changer le mode de la couche PHY en mode de transmission ou de réception;
- PLME_CS: permet à l'entité de couche MAC d'extraire l'état du support grâce à la détection de porteuse (inactive ou occupée). Ces informations sont utilisées par l'algorithme CSMA-CA mis en œuvre dans la couche MAC.

5.3.3 Couche MAC

5.3.3.1 Vue d'ensemble

Un sous-réseau G3-CPL est un réseau maillé avec deux types de nœuds: le coordinateur PAN et le dispositif PAN. Le coordinateur PAN se trouve à la racine du réseau maillé et agit comme le nœud principal qui fournit la connectivité au sous-réseau. Un sous-réseau comporte un coordinateur PAN. Les autres nœuds de sous-réseau sont des dispositifs PAN.

Le coordinateur PAN gère les ressources et connexions du sous-réseau G3-CPL. Les dispositifs PAN doivent suivre un processus d'enregistrement pour rejoindre le sous-réseau en toute sécurité.

Les dispositifs PAN démarrent à l'état "non associé" avant de reconnaître leur environnement (coordinateurs PAN et dispositifs PAN avoisinants) pour s'enregistrer sur le sous-réseau G3-CPL. À l'issue du processus d'enregistrement, le dispositif PAN reçoit une adresse courte MAC et peut automatiquement faire office de routeur pour les autres dispositifs PAN qui tentent de se connecter au sous-réseau.

Les fonctions offertes par la couche MAC sont les suivantes:

- Mise en œuvre de l'accès au canal à l'aide de l'algorithme CSMA/CA;
- Gestion de l'espacement entre trames (IFS);
- Gestion de la priorité d'accès au canal selon le type de MPDU à transmettre;

- Mécanisme de demande automatique de répétition (ARQ) entre les nœuds selon que la retransmission est acquittée et non acquittée;
- Segmentation (MPDU) de paquet MAC et réassemblage vers/depuis la couche PHY;
- Chiffrement (MPDU) de paquet MAC.

5.3.3.2 Services de données MAC G3-CPL

Les services de données MAC G3-CPL sont générés/utilisés par l'entité de couche adaptation à chaque fois que des données doivent être transmises à/reçues d'une ou de plusieurs entités d'adaptation homologues à l'aide des procédures de transmission MAC. Voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.3.3. Il s'agit de:

- MCPS-DATA: permet d'envoyer ou de recevoir des données point à point, de diffusion par groupe (ou multidiffusion) ou de télédiffusion.

5.3.3.3 Services de gestion MAC G3-CPL

Les services de gestion MAC G3-CPL sont générés/utilisés entre l'entité de couche adaptation locale et l'entité MAC locale. Voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.3.3. Il s'agit de:

- MLME-BEACON-NOTIFY: permet à l'entité de couche MAC d'envoyer à l'entité de couche adaptation des informations reçues d'un voisin lors de la reconnaissance de voisinage;
- MLME-GET: permet à l'entité de couche adaptation de demander la valeur d'un attribut PIB de configuration donné provenant de l'entité de couche MAC;
- MLME-RESET: permet à l'entité de couche adaptation de rétablir l'état par défaut de l'entité de couche MAC;
- MLME-SCAN: utilisé par l'entité de couche adaptation pour initier une analyse de canal active pour reconnaître le réseau G3-CPL avoisinant;
- MLME-COMM-STATUS: permet à l'entité de couche MAC locale d'informer l'entité de couche adaptation de l'état d'une communication;
- MLME-SET: permet à l'entité de couche adaptation de définir la valeur d'un attribut PIB de configuration donné de l'entité de couche MAC;
- MLME-START: permet à l'entité de couche adaptation d'initier un nouveau sous-réseau G3-CPL (nouveau PAN). Ce service est uniquement utilisé par le coordinateur PAN;
- MLME-SYNC-LOSS: permet à l'entité de couche MAC d'indiquer à l'entité de couche adaptation la présence d'un autre réseau PAN (c'est-à-dire d'un autre sous-réseau G3-CPL géré par un autre coordinateur PAN).

5.3.4 Couche de réseau – IPv6

5.3.4.1 Vue d'ensemble

Le présent paragraphe décrit la manière dont IPv6 est pris en charge sur les couches UIT-T G.9903.

Le protocole IPv6 doit être mis en œuvre selon l'IETF RFC 2460 et les mises à jour appropriées du protocole. Les paragraphes suivants spécifient le plan d'adressage IPv6 répondant aux considérations architecturales, garantissant l'évolutivité globale et permettant des communications IP de bout en bout (communication IP directe entre le HES et les compteurs, comme indiqué en 5.1).

5.3.4.2 Plan d'adressage IPv6

La fonction la plus importante d'IPv6 consiste à offrir un espace d'adresse beaucoup plus important que celui d'IPv4. Les adresses IPv6 sont composées de 128 bits, comparées aux 32 bits des adresses IPv4. De plus, par rapport à IPv4, IPv6 prend en charge le multiadressage sur une interface physique (adresses IPv6 Global, Unique ou Link-Local).

Les adresses IPv6 sont en général composées de deux parties logiques: un préfixe de (sous-) réseau de 64 bits utilisé pour le routage, et une partie hôte de 64 bits pour identifier un hôte au sein du réseau.

Les formats d'adresse IPv6 admis sont représentés à la

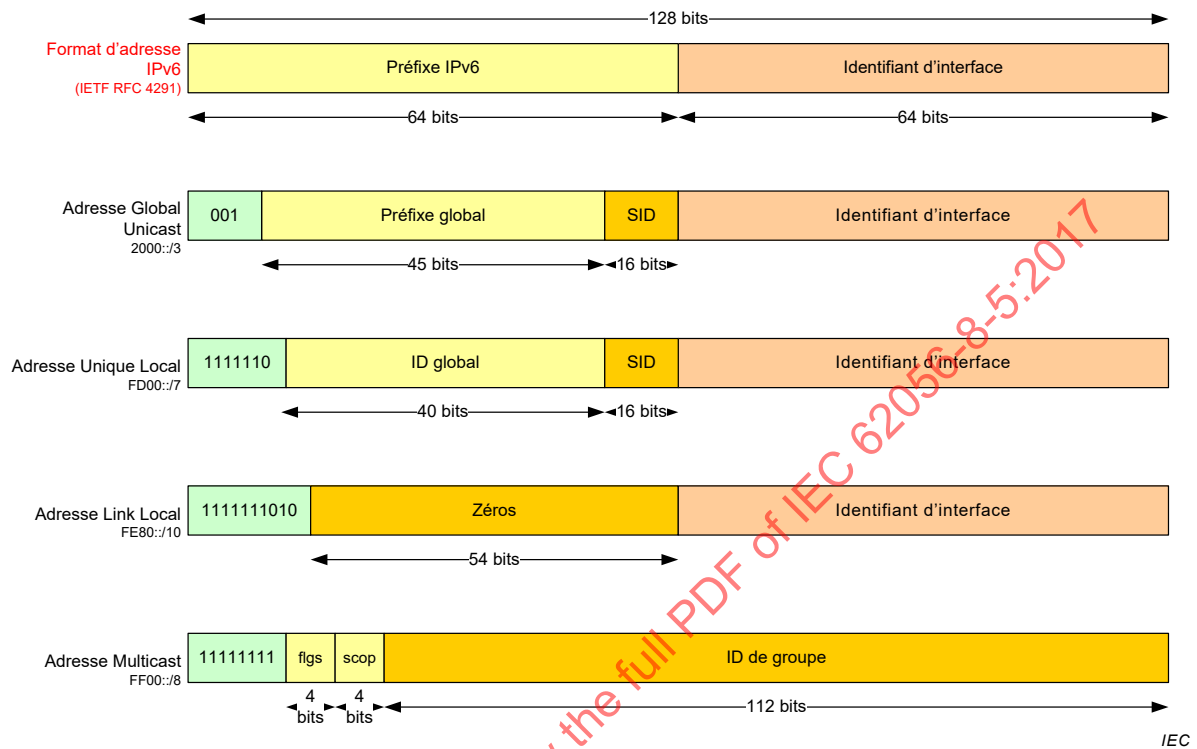


Figure 5 (voir <http://www.iana.org/assignments/ipv6-address-space/>). Pour faciliter la représentation des adresses IPv6, une notation spécifique définie dans l'IETF RFC 4291 a été spécifiée par l'IETF (FF00::/8, par exemple).

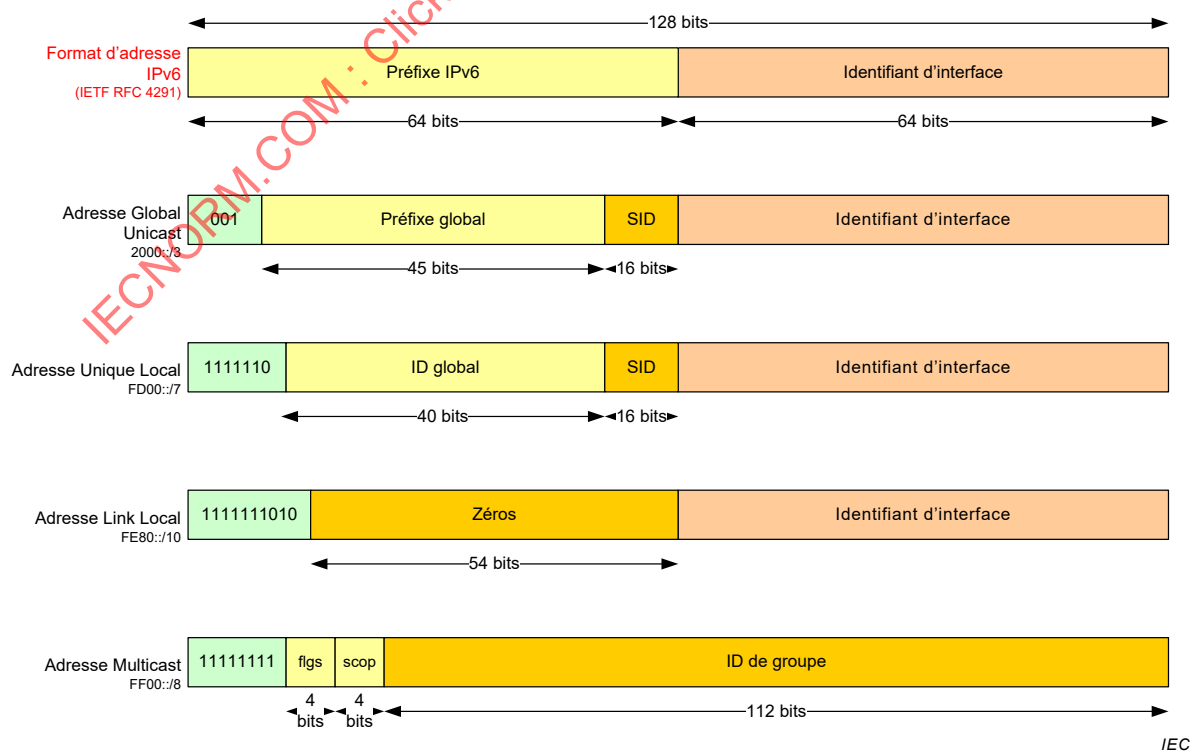


Figure 5 – Formats d'adresse IPv6

Où:

- L'adresse Global Unicast (GUA) est une adresse routable dans l'ensemble du réseau Internet et est composée comme suit:
 - d'un préfixe global attribué par l'IANA (voir <http://www.iana.org/assignments/ipv6-unicast-address-assignments/>);
 - d'un ID de sous-réseau (SID) attribué par l'administrateur réseau; et
 - d'un identifiant d'interface soit généré depuis l'adresse MAC de l'interface (au format EUI-64 modifié), soit obtenu auprès d'un serveur DHCPv6, soit attribué manuellement;
- L'adresse Unique Local (ULA) définie dans l'IETF RFC 4193 est une adresse point à point applicable uniquement au réseau privé. Ce type d'adresse n'est pas routable hors du réseau privé. L'ID global et l'ID de sous-réseau (SID) sont attribués par l'administrateur réseau;
- L'adresse Link Local est une adresse point à point admise pour une liaison locale. Ce type d'adresse n'est pas routable hors d'une liaison locale;
- L'adresse Multicast permet l'adressage simultané de différents dispositifs d'un réseau. Selon la portée (champ scop) de l'adresse, le groupe multicast peut être au niveau de l'interface, de la liaison, de l'administrateur, du site, de l'organisation ou global. Pour de plus amples informations sur les champs flgs et scop, voir l'IETF RFC 4291:2006, 2.7.

Il est important de noter qu'aucune adresse de télédiffusion n'est définie dans IPv6.

Pour de plus amples informations relatives à l'adressage IPv6, voir l'IETF RFC 4291.

L'UIT-T G.9903:2014 admet l'utilisation de tous ces types d'adresses. Il est à noter que les coordinateurs PAN et les dispositifs PAN comportent une adresse multicast Scope Link-Local par défaut (0xFF02::0001) correspondant à l'ID de groupe de couche adaptation 0x8001.

En plus des adresses Link-Local, dont l'utilisation est limitée à la communication locale entre les dispositifs appartenant au sous-réseau, il est recommandé d'utiliser les adresses de type ULA pour la communication de bout en bout entre les hôtes IP externes et les dispositifs appartenant au sous-réseau. D'autre part, les adresses GUA peuvent également être utilisées (même s'il convient de tenir compte de la possibilité de router ce type d'adresse sur Internet).

La Figure 6 donne un exemple de plan d'adressage IPv6 utilisant le profil de communication UIT-T G.9903:2014:

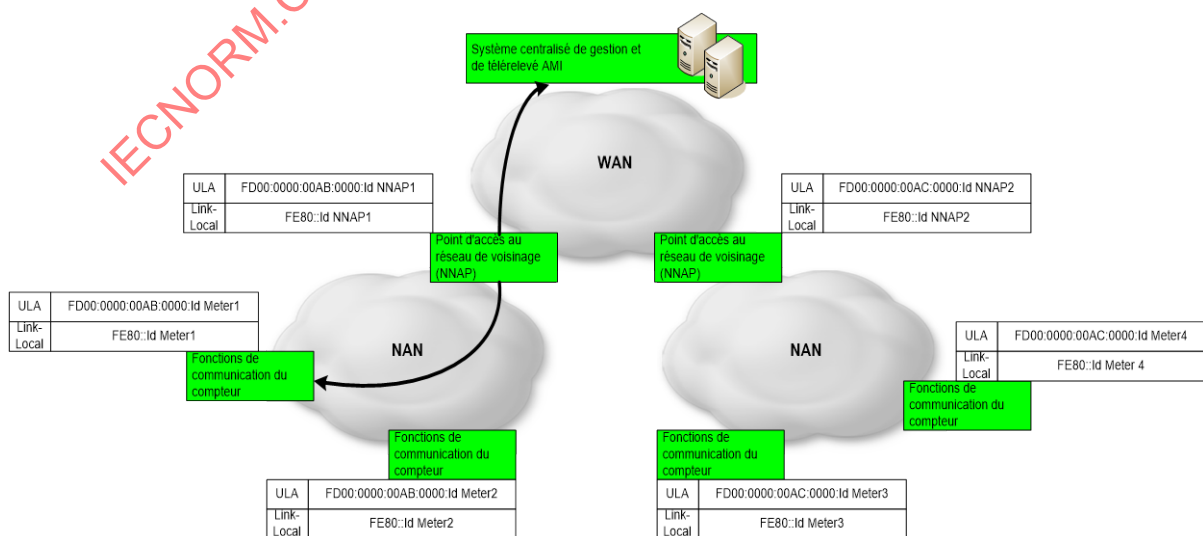


Figure 6 – Exemple de plan d'adressage IPv6

La construction du préfixe repose sur le préfixe ULA statique 0xFD/8, l'ID global étant utilisé pour garantir un préfixe unique pour chaque NNAP (dans l'exemple donné, les ID globaux 0x00:0000:00AB et 0x00:0000:00AC sont utilisés) et l'ID de sous-réseau étant réservé pour un usage ultérieur (s'il est défini sur 0x0000).

Pour chaque dispositif PAN du réseau G3-CPL, l'objet de configuration COSEM "IPv6Setup" (class_id = 48, voir l'IEC 62056-6-2) répertorie les adresses multicast valides qui reflètent les combinaisons possibles déduites des entrées de table du groupe et, éventuellement, des informations contextuelles pertinentes.

5.3.4.3 Mise à disposition de l'adressage IPv6

Pour se conformer au plan d'adressage IPv6 présenté ci-dessus, la mise à disposition de l'adressage IPv6 est assurée en deux étapes:

- Lorsqu'un nouveau dispositif PAN rejoint un réseau PAN G3-CPL, la procédure d'amorçage spécifiée dans l'UIT-T G.9903:2014 est appliquée comme indiqué dans l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2. Cette procédure de mise en service donne lieu à la livraison sécurisée d'une adresse IPv6 Link-Local composée comme suit (voir la Figure 7):

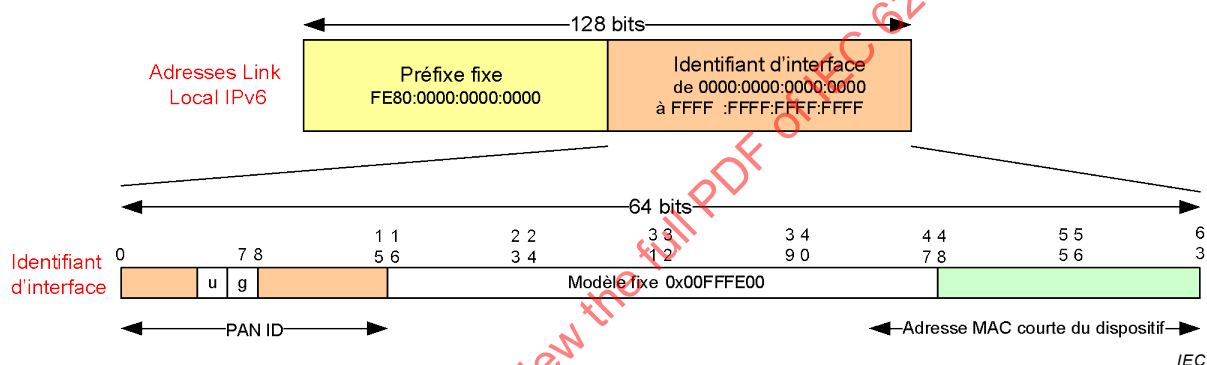


Figure 7 – Composition d'adresse IPv6 Link-Local

- d'un préfixe Link-Local (FE80::/10) et d'un identifiant d'interface 64 bits déduit du PAN ID de 16 bits; et
- de l'adresse courte de 16 bits attribuée par le coordinateur PAN lors de la procédure d'amorçage.

Les adresses courtes de 16 bits doivent être mises à disposition comme indiqué au Tableau 1:

Tableau 1 – Règle d'affectation d'adresses courtes de 16 bits

Type de dispositif	Plage valide
Coordonnateur PAN	0x0000
Dispositif PAN	0x0001 – 0x7FFF
Adresses multicast	0x8000 – 0x9FFF
Adresses réservées	0xA000 – 0xFFFE

- Dès que le dispositif PAN a rejoint le réseau, une deuxième phase consiste à lui attribuer une adresse IPv6 ULA, composée d'un préfixe recommandé par le coordinateur PAN et d'un identifiant d'interface de 64 bits correspondant à celui de la précédente adresse IPv6 Link-Local mise à disposition. Pour la gestion du préfixe IPv6, voir l'UIT-T G.9903:2014, Tableau 9-28.

5.3.5 Couche transport – UDP

Le présent paragraphe porte sur l'utilisation du protocole UDP (voir l'IETF RFC 768) dans le profil de communication UIT-T G.9903:2014. La couche application DLMS/COSEM comporte une interface avec la couche transport UDP par l'intermédiaire de l'enveloppe UDP/COSEM.

Le Tableau 2 récapitule les numéros de port UDP valides pour DLMS/COSEM sur le profil UIT-T G.9903:2014.

Tableau 2 – Numérotation de port UDP

Application	Ports UDP du serveur DLMS		Ports UDP du client DLMS	
	Source	Destination	Source	Destination
DLMS/COSEM	61616	61617 – 61629	61617 – 61629	61616

Ce choix permet d'assurer les performances optimales de l'algorithme de compression d'en-tête UDP/IPv6 intégré dans la couche adaptation UIT-T G.9903:2014 (voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.2.2).

5.4 Mise en correspondance de services et couches d'adaptation

5.4.1 Vue d'ensemble

NOTE La description suivante repose sur l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.

Les fonctions offertes par la couche adaptation IPv6 sont les suivantes:

- Processus d'amorçage et d'authentification;
- Compression d'en-tête UDP et IPv6;
- Protocole LOADng Mesh Routing (peut être désactivé);
- Autoconfiguration d'adresse IPv6;
- Fragmentation et réassemblage de paquets IPv6;
- Gestion de sous-réseau G3-CPL;
- Unicast et multicast.

5.4.2 Services de données d'adaptation G3-CPL

Les services de plan de données d'adaptation G3-CPL sont générés/utilisés par la couche application à chaque fois que des données doivent être transmises à/reçues d'un ou de plusieurs homologues à l'aide des procédures de transmission d'adaptation. Voir UIT-T G.9903:2014, 9.4.6.1. Il s'agit de:

- ADPD-DATA: permet d'envoyer ou de recevoir des données point à point, de diffusion par groupe (ou multidiffusion) ou de télédiffusion.

5.4.3 Services de gestion d'adaptation G3-CPL

Les services de plan de gestion d'adaptation G3-CPL sont générés/utilisés par l'entité de couche application locale et l'entité de couche adaptation locale. Voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.6.2. Il s'agit de:

- ADPM-DISCOVERY: permet aux couches supérieures de demander à la couche adaptation d'analyser le sous-réseau G3-CPL dans son POS;
- ADPM-NETWORK-START: permet aux couches supérieures de demander le démarrage d'un nouveau sous-réseau G3-CPL. Il doit uniquement être appelé par un dispositif désigné comme étant le coordinateur PAN du nouveau sous-réseau G3-CPL;

- ADPM-NETWORK-JOIN: pour un dispositif PAN, permet aux couches supérieures de demander l'enregistrement auprès d'un réseau G3-CPL spécifique (identifié par son identifiant PAN). D'autre part, pour le coordinateur PAN, cette primitive de service est utilisée pour informer les couches supérieures d'une nouvelle demande d'enregistrement;
- ADPM-NETWORK-LEAVE: permet aux couches supérieures d'un dispositif PAN de quitter le sous-réseau G3-CPL. Cette primitive de service ne s'applique pas au coordinateur PAN;
- ADPM-RESET: permet aux couches supérieures de demander la réinitialisation du dispositif PAN ou du coordinateur PAN G3-CPL (y compris la couche adaptation et la couche MAC);
- ADPM-GET: permet aux couches supérieures de demander la valeur d'un attribut PIB de configuration donné des entités de couche adaptation et de couche MAC;
- ADPM-SET: permet aux couches supérieures de définir la valeur d'un attribut PIB de configuration donné des entités de couche adaptation et de couche MAC;
- ADPM-NETWORK-STATUS: permet d'informer les couches supérieures d'un coordinateur PAN que la couche adaptation a reçu un message LBP du dispositif sur le réseau indiquant qu'un conflit de PAN ID s'est produit;
- ADPM-ROUTE-DISCOVERY: permet aux couches supérieures d'obtenir une route vers un dispositif G3-CPL donné;
- ADPM-PATH-DISCOVERY: collecte les coûts de liaison le long de la route aller-retour vers un dispositif G3-CPL;
- ADPM-LBP: permet aux couches supérieures d'un dispositif PAN d'envoyer le message LBP au coordinateur PAN. Les messages LBP sont utilisés lors de l'enregistrement (procédure d'amorçage). Cette primitive de service ne s'applique pas au coordinateur PAN;
- ADPM-Buffer: permet à la couche adaptation d'informer les couches supérieures du fait que le modem a atteint sa limite de capacité pour traiter la trame suivante.

5.5 Gestion de l'enregistrement et de la connexion

5.5.1 Gestionnaire de connexion du dispositif PAN

5.5.1.1 Vue d'ensemble

Le gestionnaire de connexion du dispositif PAN est chargé de:

- Gérer la procédure d'amorçage (procédure d'enregistrement à un réseau G3-CPL établi);
- Quitter le sous-réseau G3-CPL associé si la couche application le demande;
- Gérer la route de communication G3-CPL pour les besoins du diagnostic/de la maintenance et des performances.

Les paragraphes suivants décrivent les différentes procédures indiquées ci-dessus. L'Article A.1 et l'Article A.2 présentent les procédures de gestion PAN G3-CPL.

5.5.1.2 Procédure d'amorçage

La procédure d'amorçage définit la procédure de démarrage exécutée par un dispositif PAN pour s'enregistrer auprès d'un réseau G3-CPL. Cette procédure se compose de plusieurs étapes, qui sont les suivantes:

- a) Phase de reconnaissance du voisinage: permet de reconnaître les différents dispositifs PAN ou le coordinateur PAN se trouvant dans le POS local (connexion directe sans utiliser de routeur pour communiquer). Primitives de service associées utilisées: ADPM-DISCOVERY.request, .confirm;
- b) Phase de contrôle d'accès: en fonction des informations de la reconnaissance, le gestionnaire de connexion du dispositif PAN est en mesure de sélectionner un LBA (qui est un nœud G3-CPL qui a déjà rejoint le réseau PAN et, par conséquent, qui en est déjà

membre) pour envoyer une demande d'enregistrement au coordinateur PAN qui gère le réseau G3-CPL sélectionné. Primitive de service associée utilisée: ADPM-NETWORK-JOIN.request;

- c) Phase d'authentification et de distribution de clé: permet de procéder à l'authentification mutuelle et à l'échange initial du matériel de chiffrement avec le coordinateur PAN. De même, cette procédure permet un contrôle mutuel de la dérivée de clés de session;
- d) Phase d'autorisation et de configuration initiale: à l'issue du processus d'authentification, le coordinateur PAN attribue à ce nouveau dispositif PAN une adresse courte MAC de 16 bits. Primitive de service associée utilisée: ADPM-NETWORK-JOIN.confirm.

À la fin de la procédure d'amorçage, le dispositif PAN est enregistré auprès du coordinateur PAN et peut échanger des paquets IPv6 en utilisant une route de communication optimisée.

Pour de plus amples informations sur cette procédure, voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.

5.5.1.3 Quitter un réseau PAN

Un dispositif PAN peut quitter un réseau PAN de deux manières:

- a) En le demandant au coordinateur PAN. Pour de plus amples informations, voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.8. Primitives de service associées utilisées:
 - ADPM-NETWORK-LEAVE.request, .confirm.
- b) En recevant l'ordre du coordinateur PAN. Pour de plus amples informations, voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.4.2.2.7. Primitive de service associée utilisée:
 - ADPM-NETWORK-LEAVE.indication.

À la fin de ce processus, l'adresse courte de 16 bits préalablement attribuée par le coordinateur PAN doit être définie sur 0xFFFF. Le dispositif PAN ne peut plus échanger de paquets de données dans le réseau PAN, sauf s'il lance une nouvelle procédure d'amorçage (voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.4).

5.5.1.4 Gestion du réseau G3-CPL

La Recommandation UIT-T G.9903:2014 prend en charge un algorithme de routage maillé intégré dans la sous-couche adaptation 6LoWPAN: LOADng (protocole de routage vectoriel Lightweight On-demand Ad hoc Distance – next generation). Cet algorithme de routage réactif est capable d'établir des routes en amont et en aval d'un nœud à l'autre du réseau PAN de manière efficace. Il est également capable de gérer les liaisons unidirectionnelles et de rechercher d'autres routes si la liaison intermédiaire est rompue ou si la mémoire du dispositif intermédiaire est saturée. En appelant des services spécifiques, le gestionnaire de connexion du dispositif PAN peut demander:

- la reconnaissance de route manuelle: elle peut être déclenchée pour les besoins de la maintenance ou des performances. Ce mécanisme a pour objet de forcer l'installation d'une route même si aucune donnée ne doit être envoyée sur le réseau PAN. Pour de plus amples informations, voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.3.2.3. Primitives de service associées utilisées: ADPM-ROUTE-DISCOVERY.request, confirm;
- la reconnaissance de chemin: elle peut être déclenchée pour les besoins de la maintenance ou des performances. L'objectif est ici d'extraire les caractéristiques (qualité, modulation, courbes de contrastes, etc.) de chaque liaison contribuant à la route aller-retour vers un nœud de destination spécifié. Pour de plus amples informations, voir l'UIT-T G.9903:2014, 9.4.3.2.4. Primitives de service associées utilisées: ADPM-PATH-DISCOVERY.request, .confirm.