

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Systems interface between customer energy management system and the power management system –
Part 4: Demand Side Resource Interface**

**Interface entre le système de gestion de l'énergie côté client et le système de gestion de puissance –
Partie 4: Interface de ressources côté demande**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62746-4:2024



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus de publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Systems interface between customer energy management system and the
power management system –
Part 4: Demand Side Resource Interface**

**Interface entre le système de gestion de l'énergie côté client et le système de
gestion de puissance –
Partie 4: Interface de ressources côté demande**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.200

ISBN 978-2-8327-0099-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and acronyms	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Acronyms.....	11
4 Reference and information models	11
4.1 General approach	11
4.2 Reference communication model	13
4.3 Information Model	15
4.3.1 General	15
4.3.2 Resource Modelling	15
4.3.3 Resource location modelling	17
4.3.4 Resource capability and qualification modelling	19
4.3.5 Energy schedule modelling	20
4.3.6 Bid/offer modelling.....	22
4.3.7 Dispatch modelling	23
4.3.8 Commodity and price modelling	24
5 Core modelling and shared enumerations.....	26
5.1 Master resource identifiers.....	26
5.2 Compound classes.....	27
5.2.1 General	27
5.2.2 Compounds with quantity, unit symbols and unit multipliers	27
5.2.3 Date/Time Interval Compound	28
5.2.4 Status Compound.....	28
5.2.5 Street address, street detail and town detail compounds	28
5.2.6 Electronic address and telephone number compound	29
5.2.7 Document & agreement classes.....	30
5.2.8 Location, coordinate system & position point classes.....	31
5.3 Shared data types.....	32
6 Message Profiles	35
6.1 General.....	35
6.2 Market DER profile.....	36
6.2.1 General	36
6.2.2 Applications	36
6.2.3 Schema	36
6.3 Reference energy curve profile	40
6.3.1 General	40
6.3.2 Applications	40
6.3.3 Schema	41
6.4 Bid/offer curve profile.....	44
6.4.1 General	44
6.4.2 Applications	44
6.4.3 Schema	45
6.5 Dispatch Profile	50

6.5.1	General	50
6.5.2	Applications	50
6.5.3	Schema	50
6.6	Commodity price exchange profile	53
6.6.1	General	53
6.6.2	Applications	53
6.6.3	Schema	53
7	Message sequences	55
7.1	General.....	55
7.2	Inform	57
7.3	Incentivise	57
7.4	Plan	57
7.5	Schedule.....	57
7.6	Report.....	57
7.7	Evaluate	58
Annex A	(informative) Use case: Incentive-based building energy management.....	59
A.1	Overview.....	59
A.2	Objectives.....	59
A.3	Actors	60
A.4	Process overview.....	61
A.5	Process details	63
A.5.1	Pre-setup condition notification.....	63
A.5.2	Price notification and energy consumption plan notification	64
A.5.3	Energy consumption assignment.....	65
A.5.4	Operation report	66
A.5.5	Suppression control	67
A.6	Possibilities for control parameters	68
A.7	Implementation using CIM Profiles defined in this document	68
Annex B	(normative) Profile UML diagrams.....	69
Annex C	(normative) XML schemas	72
Annex D	(informative) Sample XML	73
Bibliography		74
Figure 1	– IEC 62746-4 representation	12
Figure 2	– SPS-CEMS communication logical model.....	13
Figure 3	– SPS-AEMS-CEMS communications logical model	14
Figure 4	– Example of "stacked" aggregators.....	15
Figure 5	– Resource model	16
Figure 6	– Location model.....	17
Figure 7	– Node mapping.....	18
Figure 8	– Connectivity and pricing / nodes & zones	19
Figure 9	– Capacity and qualification model.....	20
Figure 10	– Energy schedule model	21
Figure 11	– Price-based versus self-schedule.....	22
Figure 12	– Price-sensitive bids/offers	23
Figure 13	– Dispatch model	24

Figure 14 – Commodity model	25
Figure 15 – Price model	26
Figure 16 – MarketDER schema	37
Figure 17 – ResourceCapacity sub-schema	39
Figure 18 – ResourceCertification sub-schema	40
Figure 19 – Reference energy curve schema	41
Figure 20 – ResourceTimeSeries sub-schema	42
Figure 21 – Time Points sub-schema	44
Figure 22 – Bid/offer curve schema.....	45
Figure 23 – Product Bid sub-schema	46
Figure 24 – Price-Sensitive Bid/offer sub-schema	46
Figure 25 – BidPriceCurve Sub-Schema	47
Figure 26 – CurveDatas sub-schema	48
Figure 27 – BidSelfSched sub-schema	48
Figure 28 – TimePoints sub-schema	49
Figure 29 – MarketDERInstruction schema	50
Figure 30 – DistributedResourceActualEvent sub-schema	51
Figure 31 – InstructionClearing sub-schema	52
Figure 32 – MarketOccurrence sub-schema	53
Figure 33 – CommodityPriceExchange Schema	54
Figure 34 – Commodity price schema	55
Figure 35 – Sequence diagram	56
Figure 36 – Examples of Energy Values for Demand Response Exchanges	58
Figure A.1 – A configuration example of demand-side resource	60
Figure A.2 – The whole view of this use case.....	62
Figure A.3 – Pre-setup condition notification.....	63
Figure A.4 – Price notification and energy consumption plan notification.....	64
Figure A.5 – Energy consumption assignment.....	65
Figure A.6 – Operation report	66
Figure A.7 – Suppression control	67
Figure B.1 – MarketDER	69
Figure B.2 – ReferenceEnergyCurve	70
Figure B.3 – MarketDERBidOffer	70
Figure B.4 – MarketDERInstruction	71
Figure B.5 – CommodityPriceExchange	71
Table 1 – List of acronyms	11
Table 2 – Attributes of IdentifiedObject	26
Table 3 – Attributes of FloatQuantity	27
Table 4 – Attributes of ActivePowerChangeRate	27
Table 5 – Attributes of Seconds	27
Table 6 – Attributes of Minutes	27
Table 7 – Attributes of DateTimeInterval	28

Table 8 – Attributes of Status.....	28
Table 9 – Attributes of StreetAddress.....	28
Table 10 – Attributes of StreetDetail	29
Table 11 – Attributes of DownDetail	29
Table 12 – Attributes of ElectronicAddress.....	29
Table 13 – Attributes of TelephoneNumber	30
Table 14 – Attributes of Document	30
Table 15 – Attributes of Agreement.....	30
Table 16 – Attributes of Location	31
Table 17 – Attributes of CoordinateSystem	31
Table 18 – Attributes of PositionPoint	31
Table 19 – UnitSymbol & UnitMultiplier data types	32
Table 20 – Yes/No, priority and currency data types	32
Table 21 – Market-related enumerations	33
Table 22 – Price-related enumerations.....	33
Table 23 – Resource-related enumerations.....	34
Table 24 – Scheduling-related enumerations	35
Table 25 – Attributes of MarketDER	38
Table 26 – Attributes of ResourceCapacity	39
Table 27 – Attributes of ResourceCertification	40
Table 28 – Attributes of ResourceTimeSeries	43
Table 29 – Attributes of TimePoints	44
Table 30 – Attributes of DistributedBid	45
Table 31 – Attributes of ProductBid.....	46
Table 32 – Attributes of BidSchedule	47
Table 33 – Attributes of BidPriceCurve	47
Table 34 – Attributes of CurveDatas	48
Table 35 – Attributes of BidSelfScheduleAttribute	49
Table 36 – Attributes of TimePoints	49
Table 37 – Attributes of DistributedResourceEventActual.....	51
Table 38 – Attributes of InstructionClearing	52
Table 39 – Attributes of MarketOccurence	53
Table 40 – Attributes of CommodityPriceExchange	54
Table 41 – Attributes of CommodityPrice	55
Table A.1 – Actors in this use case	61
Table A.2 – Information Exchanged in Pre-setup condition notification.....	63
Table A.3 – Information exchanged in price notification and energy consumption plan notification	65
Table A.4 – Information exchanged in energy consumption assignment	66
Table A.5 – Information exchange in operation report	67
Table A.6 – Information exchanged in suppression control.....	68
Table A.7 – Mapping messages from this use case to CIM Profile.....	68

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SYSTEMS INTERFACE BETWEEN
CUSTOMER ENERGY MANAGEMENT SYSTEM
AND THE POWER MANAGEMENT SYSTEM –****Part 4: Demand-side resource interface****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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 62746-4 has been prepared by IEC technical committee 57: Power systems management and associated information exchange. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
57/2719/FDIS	57/2746/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 62746 series, published under the general title *Systems interface between customer energy management system and the power management system*, can be found on the IEC website.

NOTE The following print types are used:

- UML classes are formatted using bold and italics, for example ***RegisteredResource***.
- UML class attributes are formatted using italics, for example *mRID*.
- Message profile names are formatted using bold, for example **MarketDER**.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

INTRODUCTION

The IEC 62746 series defines interfaces between grid operator systems and systems located at residential, commercial, and industrial customer sites often referred to as Customer Energy Management Systems (CEMs). These interfaces are documented in detail in IEC 62746-3.

Customer owned resources can be a combination of load and generation which respond to signals provided by grid and/or market operators. These resources are identified and managed as individual resources with specific capabilities, or as virtual resources with an aggregated set of capabilities.

The IEC 62746 series describes the interface between Customer Energy Management Systems (CEMs) and the grid management systems including those within Distribution System Operators and Transmission System Operators. Each CEMS is designed to control resources associated with a residential, commercial, or industrial facility with the potential for a hierarchy of energy management systems.

Initial focus is on demand response and support for demand-side management; later developments are expected to include storage resources as well as grid support services from new demand-side resources. The interface applies to many types of communications, for example among multiple aggregators, or between an aggregator and multiple customers. Scenarios that publish import and/or export limits as part of a market-based systems or as part of an operational reliability framework, sometimes known as operating envelopes, are also supported.

This document describes CIM profiles corresponding to the Use Case described in Annex A.

Statements have been added to certain figures, tables, schemas, and enumerations throughout the document that indicate that they are reproduced with the permission of the UCA International User Group (UCAIug). These items are derived from the Common Information Model (CIM).

SYSTEMS INTERFACE BETWEEN CUSTOMER ENERGY MANAGEMENT SYSTEM AND THE POWER MANAGEMENT SYSTEM –

Part 4: Demand-side resource interface

1 Scope

This part of the IEC 62746 series describes CIM profiles for Demand-Side Resource Interface and is based on the use case shown in Annex A of this document.

Schemas associated with this document were generated using the CIM101 UML and leverages the Market package. This document defines profiles complimentary to other standards, namely those in IEC 61970, IEC 61968, and IEC 62325.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Terms, definitions and acronyms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

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

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

3.1.1

aggregation

collection of the capabilities of multiple resources into a single virtual resource

Note 1 to entry: A common use of aggregation is to collect many small resources and offer their capabilities in the form of a single larger resource to a market.

[SOURCE: IEC 62746-3:2015, 3.1.1]

3.1.2

aggregator

party who contracts with a number of other network users (e.g. energy consumers) in order to combine the effect of smaller loads or distributed energy resources for actions such as demand response or for ancillary services

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-02-18]

3.1.3

aggregator energy management system

collection of hardware and/or software components which together act as an intermediary between a Service Procurement System and multiple Customer Energy Management Systems

3.1.4

customer energy management system

collection of hardware and/or software components which together coordinate the electricity usage and production among various Distributed Energy Resources

3.1.5

demand response

action resulting from management of the electricity demand in response to supply conditions

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-04-16]

3.1.6

Distributed Energy Resource

Generators (with their auxiliaries, protection, and connection equipment), including loads having a generating mode (such as electrical energy storage systems), connected to a low-voltage or a medium-voltage network

Note 1 to entry: DER may include associated protection, control, and monitoring capabilities, and may consist of aggregated DER units.

Note 2 to entry: DER may also interact with the area EPS (typically a distribution network) by providing energy to the distribution network, by adapting their behaviour based on distribution network conditions, and/or by providing other transmission and distribution network-related services.

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-04-20, modified – notes taken from IEC 61850-7-420:2021, 3.1.13]

3.1.7

operator role

"upper" side of the DER communication chain, representing the entity which is responsible for procuring services and distributing operational controls and prices

3.1.8

resource role

"lower" side of the DER communication chain, representing the entity which is responsible for providing services and responding to operational controls and prices

3.1.9

service procurement system

collection of hardware and/or software component which together procure services to make the electrical grid more reliable and/or less costly

3.1.10

technical role

role that identifies responsibilities associated with participation within information exchanges with other actors

Note 1 to entry: Actors defined by use cases have assigned roles with associated responsibilities. Technical roles are physically realized through software and associated systems integration infrastructure.

[SOURCE: IEC 62746-3:2015, 3.1.14]

3.1.11**virtual resource**

set of one or more physical resources that is represented as a single, aggregated resource

Note 1 to entry: This may be comprised of multiple entities that may be geographically distributed. Virtual resources can be an aggregated model of many types of loads, generation and storage, such as VPP, PV, factory, building, home, etc. Since the virtual resource can include both energy consumer and energy provider, the related "net load curve" can be positive (in this case the virtual resource acts as a consumer which consumes electrical power), or negative (in this case the virtual resource acts as generation assets to produce electrical power).

[SOURCE: IEC 62746-3:2015, 3.1.16]

3.2 Acronyms

Table 1 contains a list of acronyms used in this document.

Table 1 – List of acronyms

Acronym	Phrase
AEMS	Aggregator Energy Management System
CEMS	Customer Energy Management System
DAM	Day-Ahead Market
DER	Distributed Energy Resource
EPS	Electrical Power System
PV	Photovoltaic
RTM	Real-Time Market
SPS	Service Procurement System
UML	Unified Modeling Language
VPP	Virtual Power Plant
XML	Extensible Markup Language
XSD	XML Schema Definition

4 Reference and information models**4.1 General approach**

Communications between electricity markets and grid operations are enabled by shared modelling among three series of standards: IEC 61968, IEC 61970, and IEC 62325. However, none of these standards extend into the domain of controllable resources deployed on the distribution grid, and specifically to those resources "behind" the customer electricity meter. IEC 62746 remedies this situation by providing a set of message profiles designed to convey grid instructions, grid conditions, pricing signals, and resources capabilities among multiple parties within the emerging Distributed Energy Resource (DER) space, as illustrated in Figure 1.

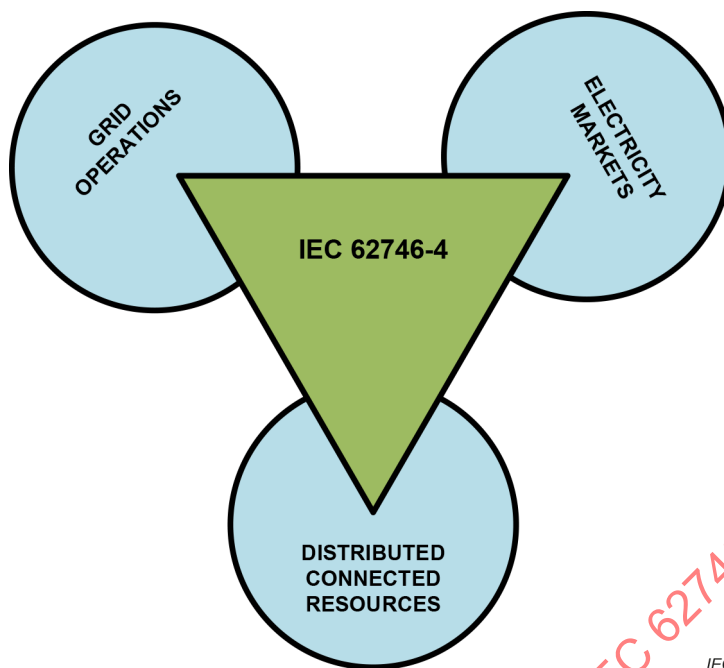


Figure 1 – IEC 62746-4 representation

The communication requirements are challenging given the wide range of communicating parties¹, including:

- Electricity market operators,
- Transmission system operators,
- Wholesale electricity service providers,
- Wholesale electricity service consumers,
- Distribution grid operators,
- Service aggregators, and
- Electricity consumers

Additionally, there is a wide range of business processes which are established as well as many new models being devised. These processes include the communication of the time-varying changes in:

- Resource composition by grid location(s)
- Resource capability by market service
- Economic thresholds for service delivery/procurement
- Resource instructions/dispatches

The challenge of communicating with DERs (or their aggregators) can be visualized as a more complex permutation of communication with traditional bulk-power electricity generation stations. Therefore, IEC 62746-4 leverages the IEC 62325 series of standards which are currently in use to standardize bulk-power market exchanges.

¹ For an explanation of these actors, see IEC 60050-617:2009, *Organization/Market of electricity*.

4.2 Reference communication model

This reference model has two technical roles: the Operator Role and the Resource Role. The Operator Role, in the simplest configuration, is performed by a grid operator with any number of applications which are used to track, manage, forecast, incentivize, control, and monitor DERs. This collection of software we group as a single collection labelled the Service Procurement System (SPS), as it has the responsibility of procuring grid services to make the grid more reliable and/or make electricity costs lower. The distribution customer who owns a DER takes on the Resource Role, with the collection of software controlling the customer's facility termed the Customer Energy Management System (CEMS). Figure 2 illustrates the logical model for these communications in this base configuration.

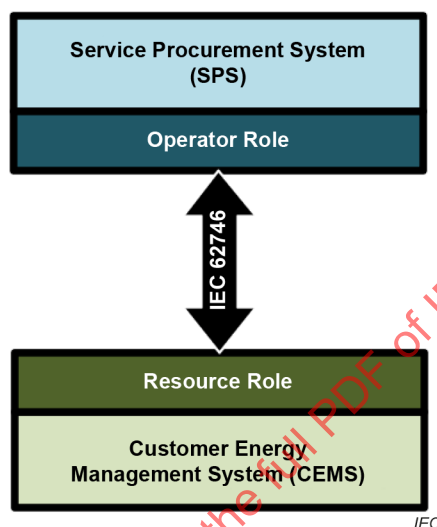


Figure 2 –SPS-CEMS communication logical model

Individual DERs may not be large enough to warrant direct participation in grid operations and may be better served as members of a DER aggregation. When aggregation is introduced into the communication chain, the Aggregator Energy Management System (AEMS) acts as intermediary for communications between the SPS and many CEMSs. However, the AEMS is not simply a broker of information; the AEMS performs aggregation functions (such as adding together individual CEMS capabilities to pass to the SPS) and allocation functions (such as dividing dispatch signals across the participating CEMSs). IEC 62746-4 is used on both ends of the exchange, with the AEMS performing the Resource Role when communicating with the SPS and the Operator Role when communicating with each CEMS, as shown in Figure 3. Thus, the AEMS appears to the SPS as a virtual resource.

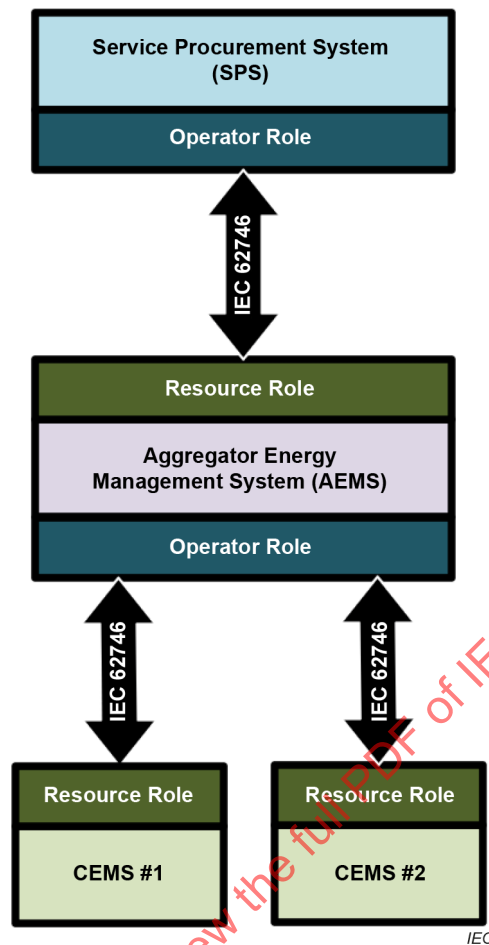


Figure 3 – SPS-AEMS-CEMS communications logical model

The communication model may be expanded to any number of AEMS instances connected to any number of CEMS instances, including configurations where "aggregators of aggregators" are established. An example of this more complex configuration is shown in Figure 4.

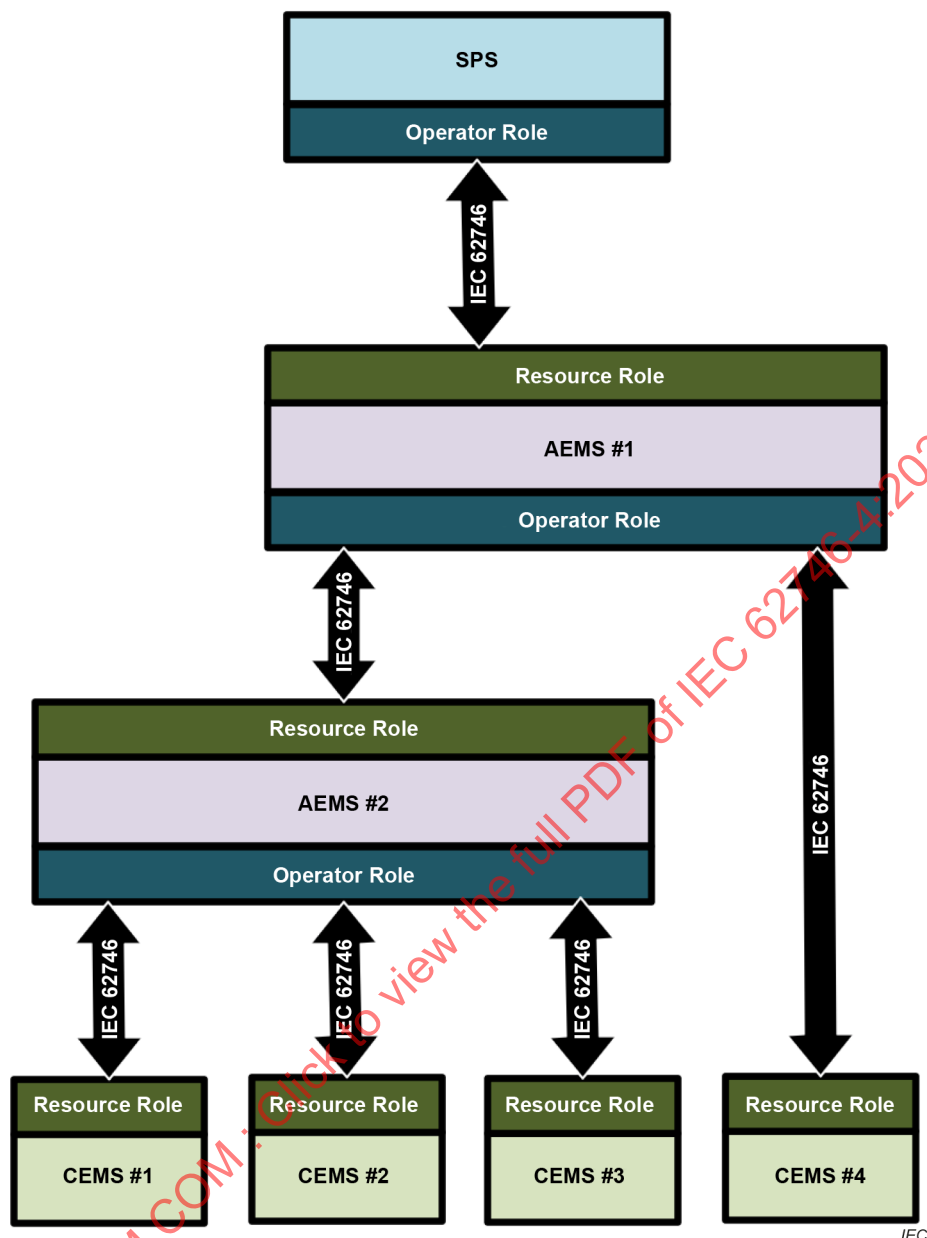


Figure 4 – Example of "stacked" aggregators

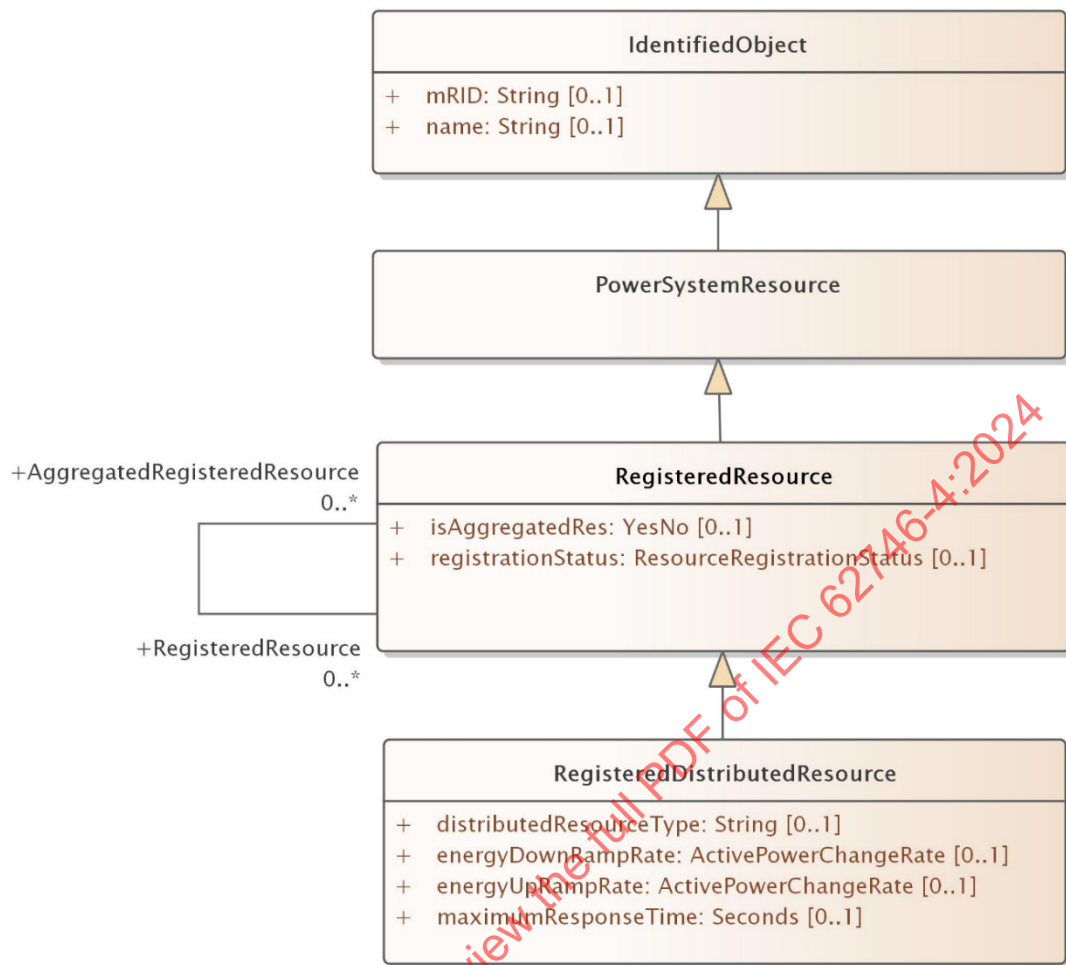
4.3 Information Model

4.3.1 General

This subclause is intended to provide an overview of the modelling concepts illustrated with the most important classes in the Common Information Model UML for DERs, along with several of the key attributes in each class and several of the key relationships among classes. To keep diagrams focused on the concepts, detailed features have been removed from the diagrams, including package names, relationship end-names, and attributes not relevant to the DER model. Complete UML diagrams are provided in Clause 5 as they are selected for use in IEC 62746 exchange profiles.

4.3.2 Resource Modelling

The class central to the DER model is the **RegisteredDistributedResource**, a specialization of the **RegisteredResource** class, based on the IEC 61970 **PowerSystemResource**, which in turn is a specialization of the **IdentifiedObject** class. These inheritances are shown in Figure 5 along with several of the more important attributes of these classes.



Reproduced with the permission of UCAIug.

Figure 5 – Resource model

The **IdentifiedObject** class is the parent to almost all classes in the Common Information Model, where a globally unique identifier called the master resource identifier (*mRID*) is assigned, along with a name (which may be omitted during the profiling process). In the context of a DER, the *mRID* is assigned when the DER is instantiated and persists through the life of the DER. The *mRID* is used for each future information exchange to tie exchanged information to that specific DER.

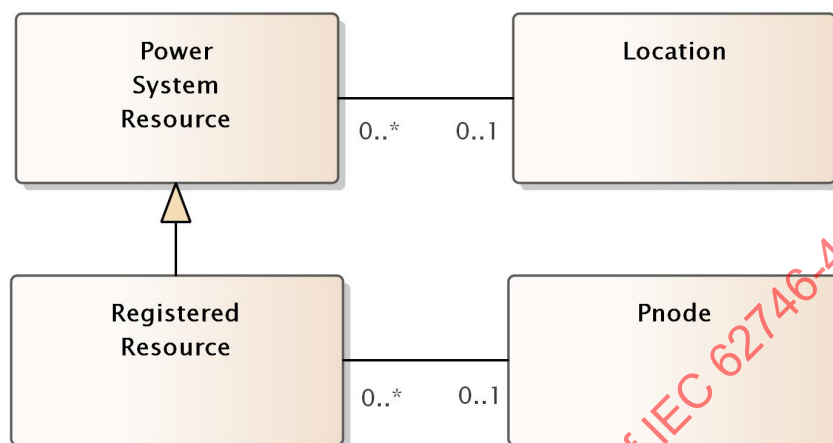
From **RegisteredResource**, several features document the core DER parameters as a market resource, namely the:

- *registrationStatus*
- *isAggregatedRes*

If aggregation is flagged, the self-reference within **RegisteredResource** (the loop relationship on the left side of the diagram) is utilized to identify the **AggregatedRegisteredResource** to which the individual **RegisteredResource** belongs.

4.3.3 Resource location modelling

IEC 62746 also leverages existing associations in IEC 61970 and IEC 62325 to identify the physical and logical locations of each resource, as shown in Figure 6. The **Location** class is associated with the **PowerSystemResource** class and represents a physical location of the DER. The **Location** class allows for multiple reference systems, including street address and geospatial coordinates, among other options.

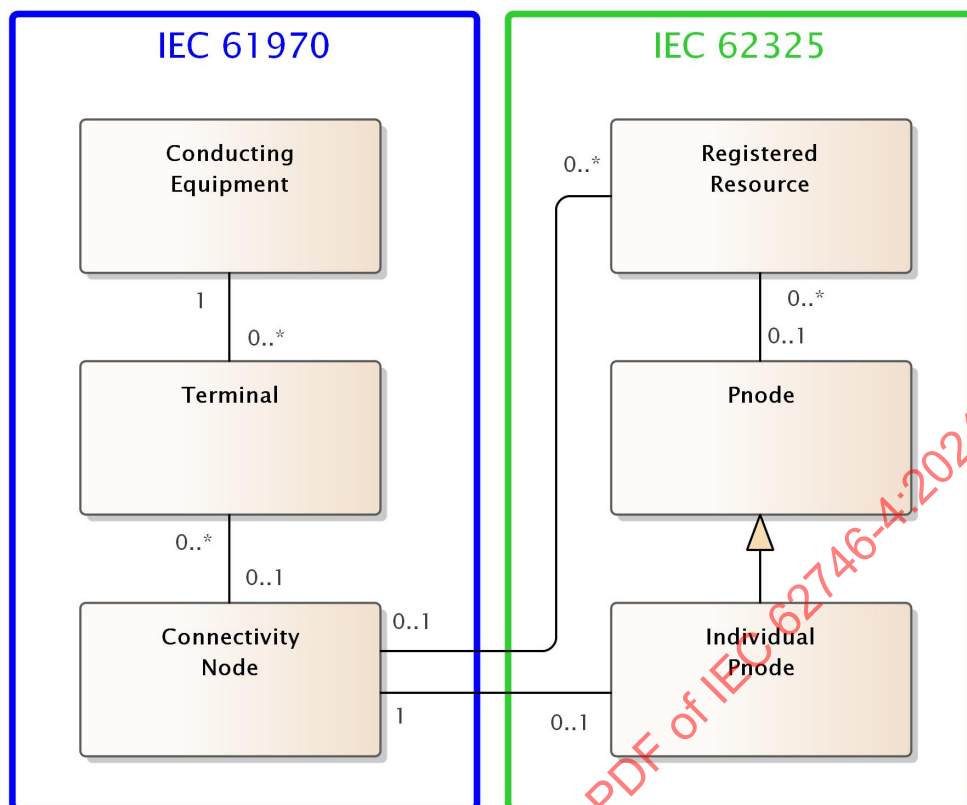


Reproduced with the permission of UCAIug

Figure 6 – Location model

Pricing Nodes, or P-Nodes, are modelled in the **Pnode** class and are associated with the **RegisteredResource** class to represent the logical location of the DER in the market topology model. P-Nodes represent locations on the grid where prices are set for the delivery and/or consumption of energy services. Traditionally, individual P-Nodes have been associated with physical equipment on the grid with the P-Node itself associated to a Connectivity Node, or C-Node. C-Nodes are used to establish electrical connections among terminals on different pieces of conducting equipment, as a set forming a representation of an electrical grid.

The bridging of the grid representation (using IEC 61970) to the market representation (using IEC 62325) is shown in Figure 7. The linkage between market representation and grid representation is a critical one, as grid operators need to understand how DERs will affect grid reliability and knowing exactly where "on the grid" the DERs exist is essential. This importance will increase as the DERs' role of reliability service providers increases.

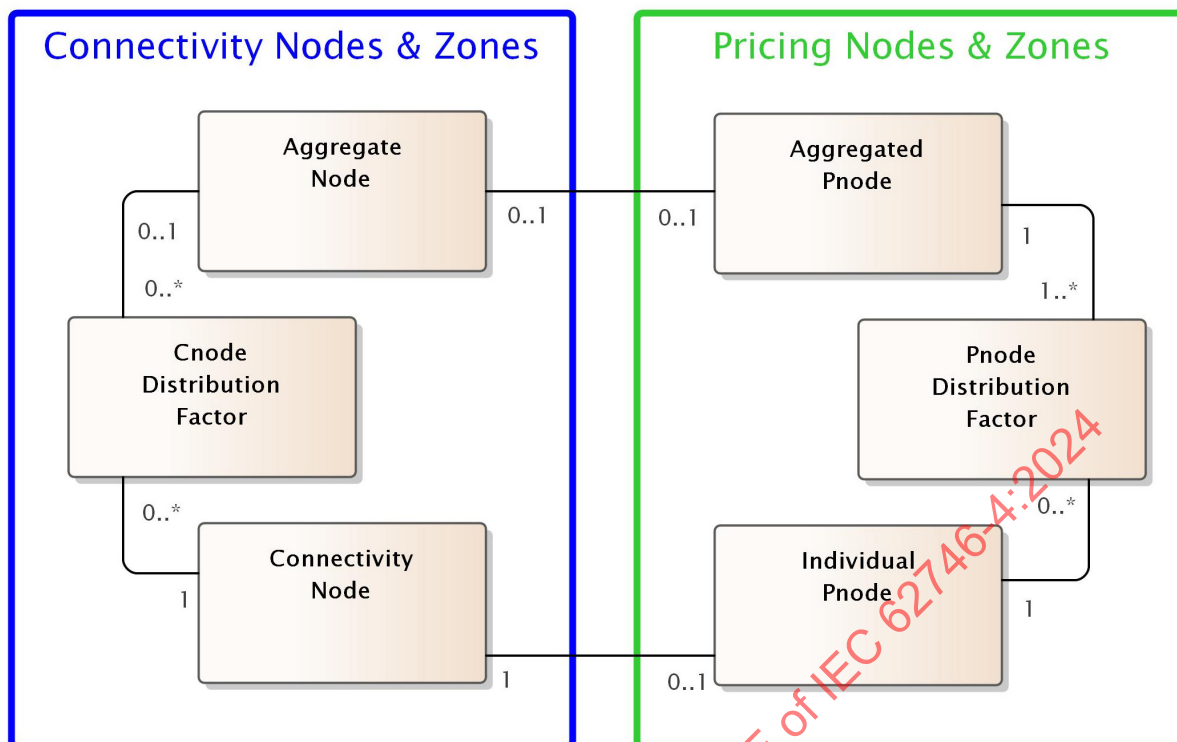


Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 7 – Node mapping

While traditional generation facilities have well-defined locations and hence both physical locations on the earth and logical locations in the grid and market topology models, the locations for DERs are often not. Some DERs are relatively large resources connected to the distribution; however, many DERs are likely to be aggregations of small resources located across a section of the distribution grid. For this reason, collections of pricing nodes called aggregate pricing nodes (also called pricing zones) can be used to define the "fuzzy" location for DERs and DER aggregations.

As opposed to an individual P-Node (Class: **IndividualPnode** in Figure 8) which maps to one (and only one) C-Node (Class: **ConnectivityNode** in Figure 8), an Aggregate P-Node (Class: **AggregatedPnode** in Figure 8), can be mapped to multiple P-Nodes, using non-unity distribution factors if desired. Similarly, just as aggregations of C-Nodes can be grouped together into Aggregate C-Nodes (Class: **AggregateNode** in Figure 8).



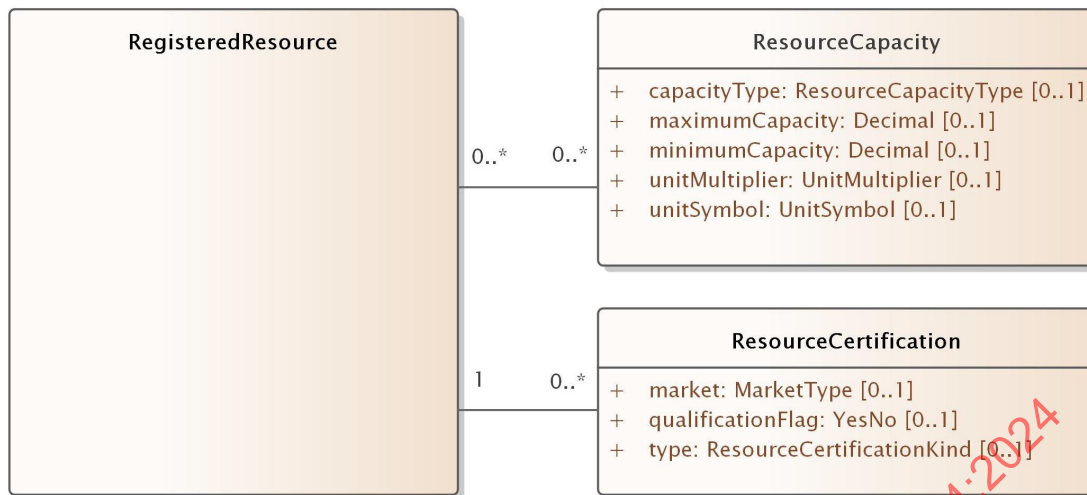
Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 8 – Connectivity and pricing / nodes & zones

Aggregate P-Node modelling is especially important for DERs, as small resources will be aggregated into larger resources, and the aggregate resources may span multiple P-Nodes. Aggregate P-Nodes may be established by the grid operator and changed very rarely, for example a collection of individual P-Nodes which historically see little to no congestion among their shared electrical paths; or Aggregate P-Nodes may be dynamic, for example the specific set of P-Node at which an aggregator has DERs on the grid for a specific month.

4.3.4 Resource capability and qualification modelling

Figure 9 shows two classes associated with the **RegisteredResource** class along with several of their key attributes which are used to document a DER's capability to provide grid services. The **ResourceCapacity** class documents the amount of service that the DER can provide, using a *maximumCapacity* and an optional *minimumCapacity*. The *capacityType* attribute allows for different capacities for different services, for example 1 MW of power, in this case leveraging the same UnitSymbol (W) but two different UnitMultiplier (k vs. M), as documented in Table 23.



Reproduced with the permission of UCAlug

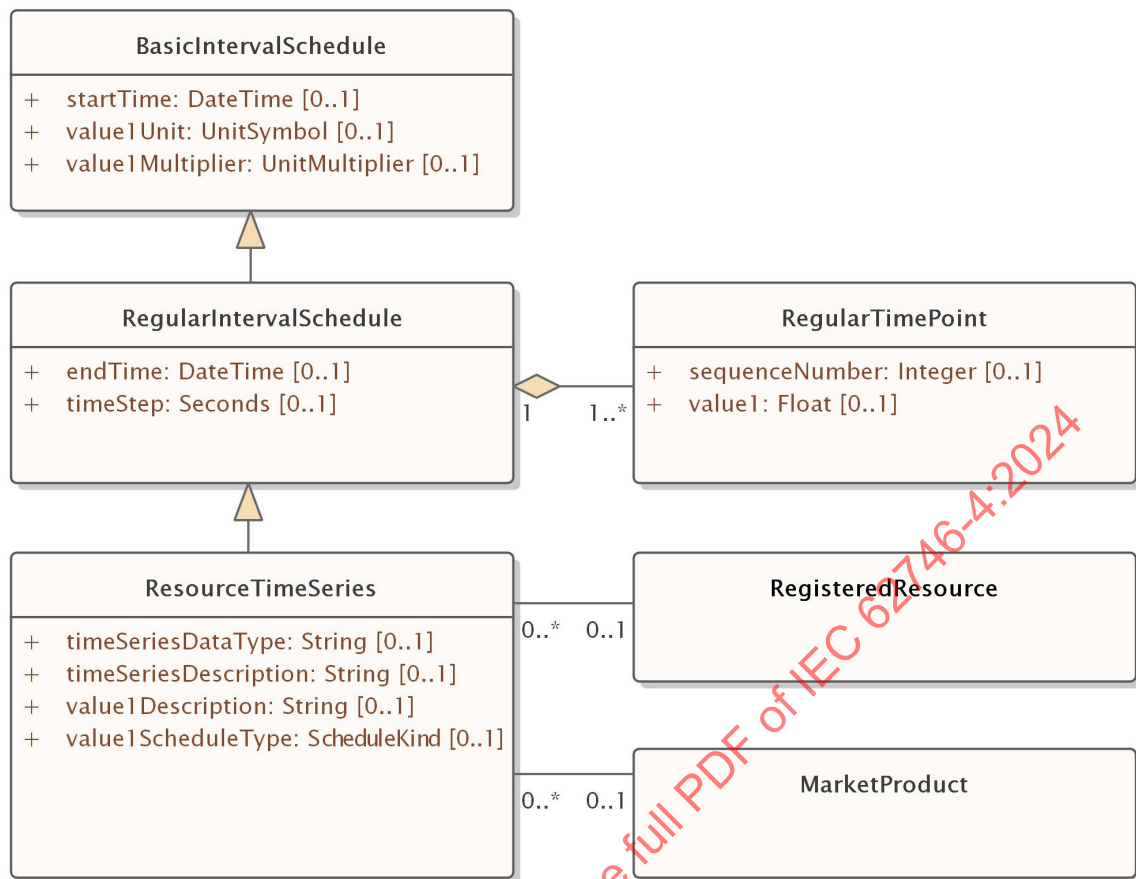
Figure 9 – Capacity and qualification model

Capacity levels for resources may not be symmetric, meaning the "up" capacity may be different from the "down" capacity – and hence *capacityType* may be defined for each direction – for example regulation up ("RU") and regulation down ("RD"). With the **ResourceCertification** class, the DER market's *qualificationFlag* can be set to yes or no for any combination of type (as above: energy, reserve, regulation, etc.) but also for a given market timeframe, generally either a Day-Ahead Market (DAM) or a Real-Time Market (RTM).], as documented in Table 21.

There is a correlation between the **ResourceCapacity** and the **ResourceCertification**; however, this relationship is specific to the business process of market certification, potentially having multiple *marketTypes* constrained by a single *ResourceCapacityType*.

4.3.5 Energy schedule modelling

An energy curve is any sort of energy-related quantity mapped over time. Energy curves can be used to track meter data, thresholds, expected energy consumption levels, production schedules, and so on. IEC 62746 uses the **ResourceTimeSeries** class as a base class, which inherits from both the **RegularIntervalSchedule** and **BasicIntervalSchedule**, as shown in Figure 10.



Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 10 – Energy schedule model

The energy curve is defined in time by specifying a *startTime* and *endTime*, along with a *timeStep* which determines how many intervals will be documented. The item being quantified is specified using the *value1Unit*, *value1Multiplier*, *value1Description*, and *value1ScheduleType*. The energy curve can be associated with a **RegisteredResource** and/or a **MarketProduct**.

Since it is common to send multiple but related datasets in a single exchange, the document allows for optional *value2* and *value3* fields (which mirror the *value1* attributes in Figure 10 but are not shown for simplicity). One example of multiple values would be to use *value1* for a baseline consumption level and *value2* for the actual/metered consumption level. Another would be to use *value1*, *value2*, and *value3* for minimum, average, and maximum consumptions levels, respectively.

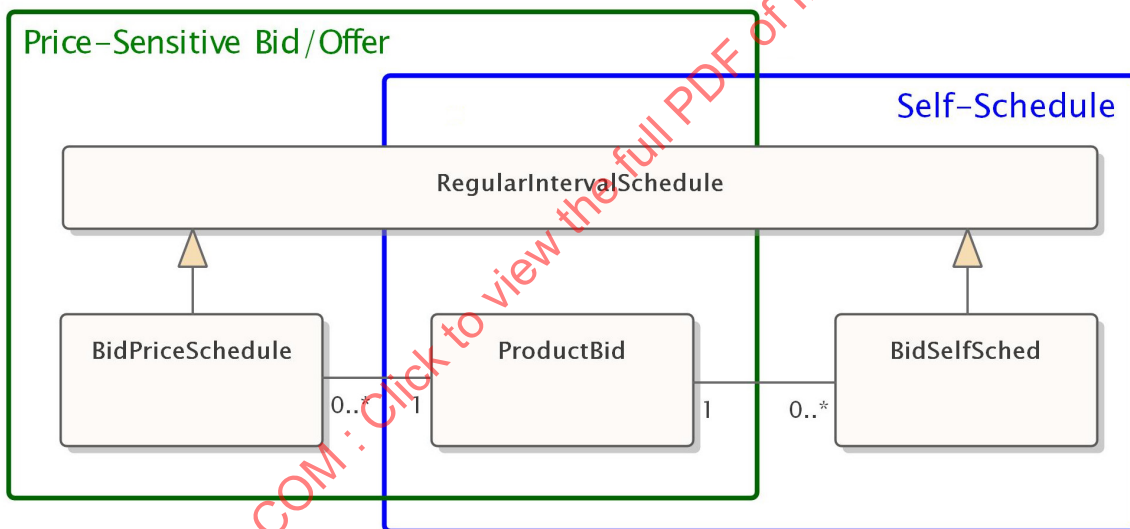
The series of data points for *value1* and optionally *value2* and *value3* are associations to multiple **RegularTimePoint** instances. A common example would be to instantiate twenty-four **RegularTimePoints**, each for an hourly value during a single day, assigning a *sequenceNumber* of 1 through 24 to represent the "hour ending" for each interval.

The *scheduleType* attribute is unique to DERs and is necessary to identify how the DER is offering and/or consuming services. *scheduleType* is as a human-understandable enumeration (documented in Table 2) intended to help DER owners and aggregators submit bid/offer information and clearly understand two key features (a) the energy flow convention for a positive number as either production or consumption of service and (b) the sense of how the bid/offer amount is used as either a target or setpoint or as a relative change to a defined level. Details of allowed values for *scheduleType* are described in Table 24.

Many DER types are easy to classify; for example, a distribution-connected wind turbine would mostly likely choose a *scheduleType* of "generation" whereas a residential demand response resource would mostly likely choose "loadReduction". A storage resource, however, could choose any number of options and having well-defined definition for each *scheduleType* should eliminate ambiguity. For example, a stand-alone battery might choose "generation" if it has capacity available to discharge to the grid or "load" if it needs energy to charge; a battery coupled with a load might choose "loadReduction" if the battery offsets the associated load at the service meter, or "loadIncrease" if the battery desires to increase load from the grid to charge the battery. This document makes no claims to which models should be used for which resources, rather provides the set of all four possible options and should be constrained by business rules for a given implementation.

4.3.6 Bid/offer modelling

Once qualified for market participation, resources can inform their grid operator and/or aggregator of offers to produce grid services and/or bids to consume grid services. There are two basic models for how a DER might interact with a market. One is to convey a set of expected production and/or consumption levels for one or more services, also known as a "self-schedule". The second is a set of price-sensitive levels. Both are modelled using the **ProductBid** class, as shown in Figure 11, with an association to either a **BidSelfSched** (for self-scheduling) or a **BidPriceSchedule** (for price-sensitive offers/bids).

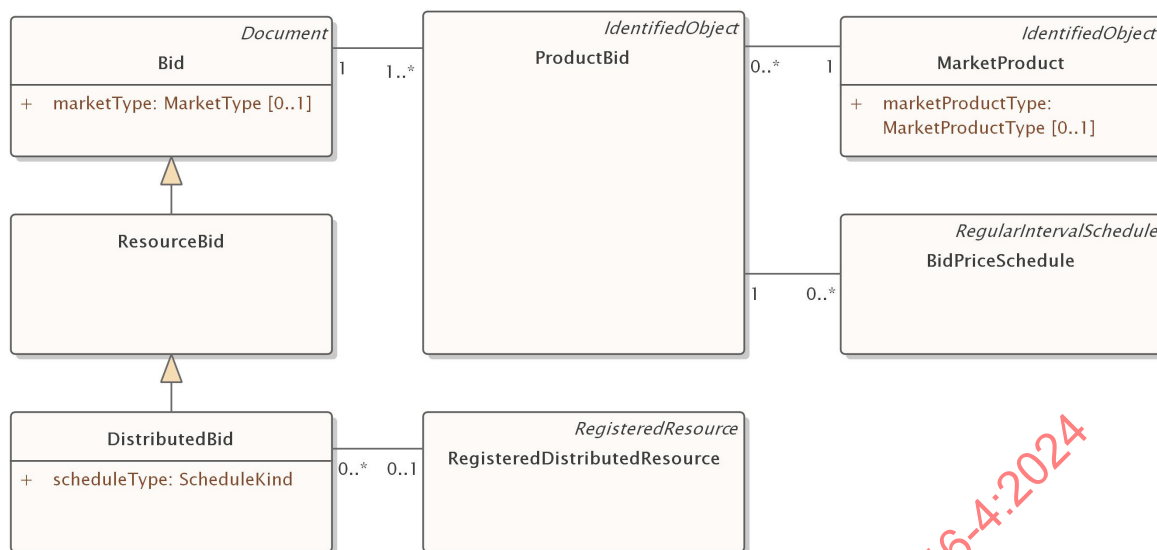


Reproduced with the permission of UCAIug

Figure 11 – Price-based versus self-schedule

The remainder of this subclause describes the modelling for price-sensitive offers and bids. The self-schedule model can be derived by simply replacing **BidPriceSchedule** with **BidSelfSched**. Both classes are based on the **RegularIntervalSchedule** class, with the **BidSelfSched** being form of an energy curve, as described in 4.3.5.

As shown in Figure 12, the resource's overall price-sensitive offer/bid is shown on the left and pertains to a specific *marketType*, again generally the DAM/RTM designation. The *Bid* is associated with one or more **ProductBid** instances. Any specific resource may be capable of offering and perhaps even supplying different commodities simultaneously, sometimes referred to as "value stacking", it is possible to have multiple instances of **ProductBid** for the same set time intervals, one set for each relevant **MarketProduct**.



Reproduced with the permission of UCAIug

Figure 12 – Price-sensitive bids/offers

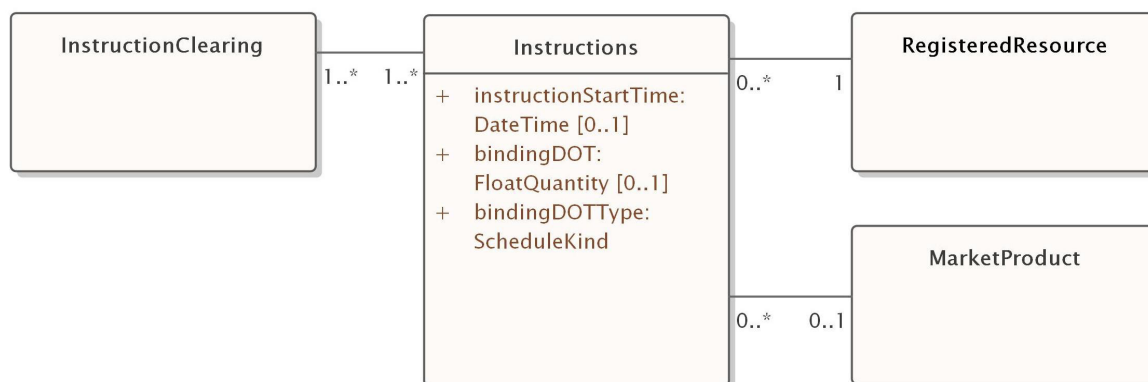
ProductBid is a container which has two associations: the top being the **MarketProduct** (Energy, Reserve, Regulation, etc.) and the bottom association being the **BidPriceSchedule**. The **BidPriceSchedule** class captures data on three axes signifying:

- 1) The time window, e.g. from 6:00 to 7:00
- 2) The amount of service, e.g. 1 MWh
- 3) The asking price, e.g. 20 €/MWh

ResourceBid is specialized into **DistributedBid** to support DER constructs, specifically a link to the proper resource identifier available as a **RegisteredDistributedResource**, but also to capture DER-specific attributes that distinguish DERs from traditional grid resources, most importantly the assignment of a **scheduleType** (details of which are discussed in 4.3.5)

4.3.7 Dispatch modelling

After the market clears one or more intervals, each resource is informed of its award – essentially the amount of each offer/bid which was accepted. IEC 62746 leverages the dispatch instructions modelling from IEC 62325, as illustrated in Figure 13.



Reproduced with the permission of UCAlug

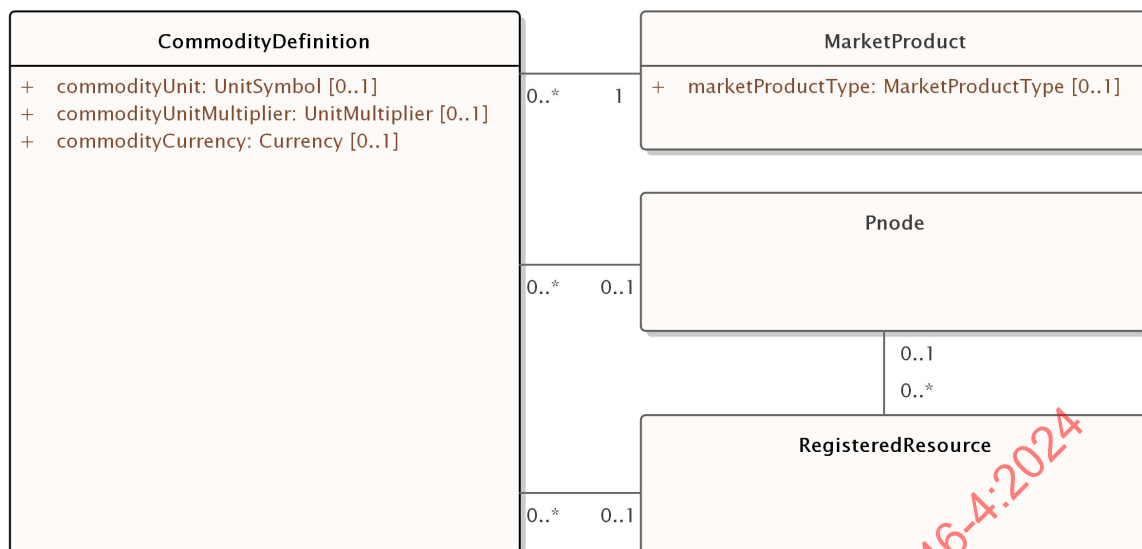
Figure 13 – Dispatch model

Each clearing of the market is documented in the **InstructionClearing** class, and the clearing may result in different setpoints over time which are documented in the **Instructions** class. The dispatch operating target (the *bindingDOT* attribute in the **Instructions** class) carries the amount of the bid/offer selected, along with the *bindingDOTType*, which documents the meaning of the operating target using the *ScheduleKind* enumeration discussed in 4.3.5. The product and resource are referenced through the **MarketProduct** and **RegisteredResource** associations, respectively.

4.3.8 Commodity and price modelling

Price transparency is an important feature of wholesale electricity markets and may likely be a feature in future distribution/retail markets. This modelling is especially important for price-responsive resources that are operated autonomously, responding to prices with their own logic and not necessarily utilizing the bid/offer, clearing, and dispatch process described in previous sections.

IEC 62746 leverages the commodity pricing constructs in IEC 62325 and is most easily understood in two pieces: the slowly changing information related to commodity definitions (as shown in Figure 14) and the rapidly changing information related to the prices of those commodities (as shown in Figure 15).



Reproduced with the permission of UCAlug

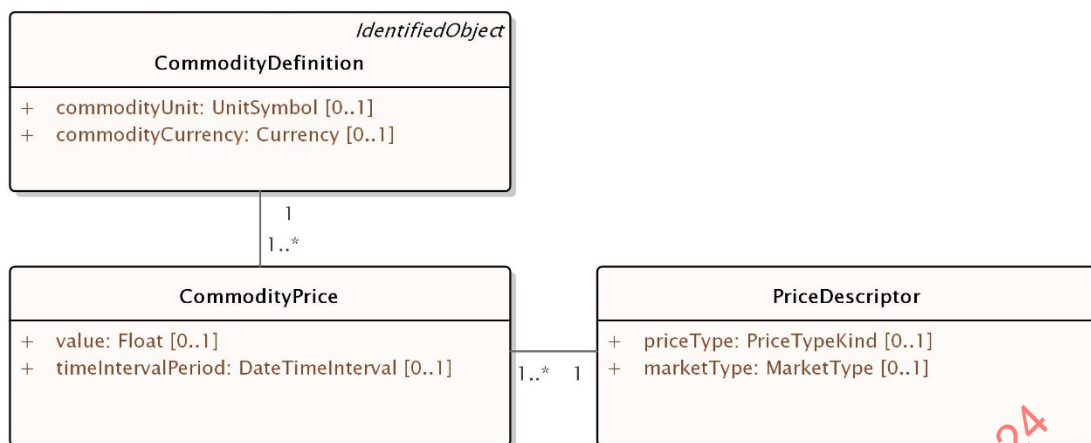
Figure 14 – Commodity model

A grid service is defined by the **CommodityDefinition** class, with the attributes of *commodityUnit* and *commodityMultiplier* to describe the unit-of-measure for the service, such as MW, MWh, or MVA, and a currency, such as dollars or euros.

The commodity is also defined by several associations. The first association is mandatory and defines "what" service is being defined, specifically the **MarketProduct** class (as above: energy, reserve, regulation, etc.). The next association defines "where" the price is relevant and can be defined in one of two ways:

- 1) If pricing is locational, as described in 4.3.3, the association to **Pnode**, specialized as an **IndividualPnode** (for nodal pricing) or as an **AggregatedPnode** (for zonal pricing), is used. In general, if the **Pnode** association is used, the **RegisteredResource** association is not used.
- 2) If pricing is dedicated to a specific resource or group of resources, then the association with **RegisteredResource** can be utilized. In general, if the **RegisteredResource** association is used, the **Pnode** association is not used.

Once the **CommodityDefinition** is established, the **CommodityPrice** class is instantiated for each individual price to be published across time. Prices have a numerical value (with the *commodityUnit* and *commodityCurrency* established in **CommodityDefinition**) and a *DateTimeInterval* over which the price is valid. The **DateTimeInterval** stereotype is flexible, covering scenarios like annual processes which define a value for the coming year to real-time calculation which lead to minute-by-minute price changes.



Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 15 – Price model

The **PriceDescriptor** class is used to document the characteristics of any published price. The **marketType** (see Table 21) attribute is used to differentiate prices calculated in different markets, here again DAM or RTM are the common options. The **priceType** (see Table 22) attribute can be used if different "flavours" of prices are published; for example, one might publish a "total" along with the "congestion" price component and a "losses" price component if the market operator wishes to break down the individual constituent components of a given energy price.

5 Core modelling and shared enumerations

5.1 Master resource identifiers

The **IdentifiedObject** class is described as "a root class to provide common identification for all classes needing identification and naming attributes." The **IdentifiedObject** class is the parent class to many classes in the Common Information Model. Hence these classes inherit the **IdentifiedObject** attributes and associations, in this case the association to the **Name** class.

The mRID attribute is an essential element to the model and provides a globally unique identifier for many instantiated objects. The mRID may be used as references for many types of objects, such as an electric generating station, a contract, or a set of data like a set of dispatch setpoints for tomorrow.

The **IdentifiedObject** class contains the attributes shown in Table 2:

Table 2 – Attributes of IdentifiedObject

Attribute	Type	Description
<i>mRID</i>	string	Master resource identifier issued by a model authority. The mRID is unique within an exchange context. Global uniqueness is easily achieved by using a UUID, as specified in RFC 4122, for the mRID. The use of UUID is strongly recommended. For CIMXML data files in RDF syntax conforming to IEC 61970-552:2013, the mRID is mapped to rdf:ID or rdf:about attributes that identify CIM object elements.
<i>name</i>	string	The name is any free human readable and possibly non unique text naming the object.
<i>description</i>	string	The description is a free human readable text describing or naming the object. It may be non-unique and may not correlate to a naming hierarchy.

Reproduced with the permission of UCAlug.

5.2 Compound classes

5.2.1 General

IEC 62746 utilizes multiple classes from the Common Information Model which are used as datatypes for attributes. When describing the IEC 62746 profiles in subsequent subclauses, tables and figures will not show the details for these frequently used compound classes.

5.2.2 Compounds with quantity, unit symbols and unit multipliers

The **FloatQuantity** compound is described as "Quantity with float value and associated unit information." See Table 3

Table 3 – Attributes of FloatQuantity

Attribute	Type	Description
<i>value</i>	Float	
<i>unit</i>	UnitSymbol	(See Table 19)
<i>multiplier</i>	UnitMultiplier	(See Table 19)
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **ActivePowerChangeRate** compound is described as "Rate of change of active power per time." See Table 4.

Table 4 – Attributes of ActivePowerChangeRate

Attribute	Type	Description
<i>value</i>	Float	
<i>unit</i>	UnitSymbol	Enforced as "WPers"
<i>multiplier</i>	UnitMultiplier	(See Table 19)
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **Seconds** compound is described as "Time, in seconds." See Table 5.

Table 5 – Attributes of Seconds

Attribute	Type	Description
<i>value</i>	Float	
<i>unit</i>	UnitSymbol	Enforced as "s"
<i>multiplier</i>	UnitMultiplier	Enforced as "none"
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **Minutes** compound is described as "Time in minutes." See Table 6.

Table 6 – Attributes of Minutes

Attribute	Type	Description
<i>value</i>	Float	
<i>unit</i>	UnitSymbol	Enforced as "min"
<i>multiplier</i>	UnitMultiplier	Enforced as "none"
Reproduced with the permission of UCAIug.		

5.2.3 Date/Time Interval Compound

The **DateTimeInterval** compound is described as an "Interval between two date and time points". See Table 7.

Table 7 – Attributes of DateTimeInterval

Attribute	Type	Description
<i>start</i>	dateTime	Start date and time of this interval.
<i>end</i>	dateTime	End date and time of this interval.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

5.2.4 Status Compound

The **Status** compound is described as "Current status information relevant to an entity." See Table 8.

Table 8 – Attributes of Status

Attribute	Type	Description
<i>dateTime</i>	dateTime	Date and time for which status 'value' applies.
<i>reason</i>	string	Reason code or explanation for why an object went to the current status 'value'.
<i>remark</i>	string	Pertinent information regarding the current 'value', as free form text.
<i>value</i>	string	Status value at 'dateTime'; prior status changes may have been kept in instances of activity records associated with the object to which this status applies.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

5.2.5 Street address, street detail and town detail compounds

The **StreetAddress** compound is described as "General purpose street and postal address information." See Table 9.

Table 9 – Attributes of StreetAddress

Attribute	Type	Description
<i>poBox</i>	string	Post office box.
<i>postalCode</i>	string	Postal code for the address.
<i>status</i>	Status	Status of this address.
<i>streetDetail</i>	StreetDetail	Street detail.
<i>townDetail</i>	TownDetail	Town detail.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **StreetDetail** compound is described as "General purpose street and postal address information." See Table 10.

Table 10 – Attributes of StreetDetail

Attribute	Type	Description
<i>addressGeneral</i>	string	First line of a free form address or some additional address information (for example a mail stop).
<i>addressGeneral2</i>	string	Second line of a free form address.
<i>addressGeneral3</i>	string	Third line of a free form address.
<i>buildingName</i>	string	In certain cases the physical location of the place of interest does not have a direct point of entry from the street, but may be located inside a larger structure such as a building, complex, office block, apartment, etc.
<i>code</i>	string	Utilities often make use of external reference systems, such as those of the town-planner's department or surveyor general's mapping system, that allocate global reference codes to streets.
<i>name</i>	string	Name of the street.
<i>number</i>	string	Designator of the specific location on the street.
<i>prefix</i>	string	Prefix to the street name. For example: North, South, East, West.
<i>suffix</i>	string	Suffix to the street name. For example: North, South, East, West.
<i>suiteNumber</i>	string	Number of the apartment or suite.
<i>type</i>	string	Type of street. Examples include: street, circle, boulevard, avenue, road, drive, etc.
<i>withinTownLimits</i>	boolean	True if this street is within the legal geographical boundaries of the specified town (default).
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **TownDetail** compound is described as "Town details, in the context of address." See Table 11.

Table 11 – Attributes of DownDetail

Attribute	Type	Description
<i>code</i>	string	Town code.
<i>country</i>	string	Name of the country.
<i>name</i>	string	Town name.
<i>section</i>	string	Town section. For example, it is common for there to be 36 sections per township.
<i>stateOrProvince</i>	string	Name of the state or province.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

5.2.6 Electronic address and telephone number compound

The **ElectronicAddress** compound is described as "Electronic address information." See Table 12.

Table 12 – Attributes of ElectronicAddress

Attribute	Type	Description
<i>email1</i>	string	Primary email address.
<i>email2</i>	string	Alternate email address.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **TelephoneNumber** compound is described as "Telephone number." See Table 13.

Table 13 – Attributes of TelephoneNumber

Attribute	Type	Description
<i>areaCode</i>	string	Area or region code.
<i>cityCode</i>	string	City code.
<i>countryCode</i>	string	Country code.
<i>dialOut</i>	string	Dial out code, for instance to call outside an enterprise.
<i>extension</i>	string	Extension for this telephone number.
<i>internationalPrefix</i>	string	Prefix used when calling an international number.
<i>ituPhone</i>	string	Phone number according to ITU E.164.
<i>localNumber</i>	string	Main (local) part of this telephone number.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

5.2.7 Document & agreement classes

The **Document** class is described as "Parent class for different groupings of information collected and managed as a part of a business process. It will frequently contain references to other objects, such as assets, people and power system resources." See Table 14.

Table 14 – Attributes of Document

Attribute	Type	Description
<i>comment</i>	string	Free text comment.
<i>createdDateTime</i>	dateTime	Date and time that this document was created.
<i>revisionNumber</i>	string	Revision number for this document.
<i>subject</i>	string	Document subject.
<i>title</i>	string	Document title.
<i>type</i>	string	Utility-specific classification of this document, according to its corporate standards, practices, and existing IT systems (e.g., for management of assets, maintenance, work, outage, customers, etc.).
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **Agreement** class is a specialized **Document** class and is described as "Formal agreement between two parties defining the terms and conditions for a set of services. The specifics of the services are, in turn, defined via one or more service agreements." See Table 15.

Table 15 – Attributes of Agreement

Attribute	Type	Description
<i>signDate</i>	date	Date this agreement was consummated among associated persons and/or organisations.
<i>validityInterval</i>	DateTime Interval	Date and time interval this agreement is valid (from going into effect to termination).
Reproduced with the permission of UCAIug.		

5.2.8 Location, coordinate system & position point classes

The **Location** class is described as "The place, scene, or point of something where someone or something has been, is, and/or will be at a given moment in time. It can be defined with one or more position points (coordinates) in a given coordinate system." See Table 16.

Table 16 – Attributes of Location

Attribute	Type	Description
<i>type</i>	string	Classification by utility's corporate standards and practices, relative to the location itself (e.g., geographical, functional accounting, etc., not a given property that happens to exist at that location).
<i>CoordinateSystem</i>	CoordinateSystem	Coordinate system used to describe position points of this location.
<i>electronicAddress</i>	ElectronicAddress	Electronic address.
<i>mainAddress</i>	StreetAddress	Main address of the location.
<i>phone1</i>	TelephoneNumber	Phone number.
<i>PositionPoints</i>	PositionPoint	Sequence of position points describing this location, expressed in coordinate system 'Location.CoordinateSystem'.
<i>secondaryAddress</i>	StreetAddress	Secondary address of the location. For example, PO Box address may have different ZIP code than that in the 'mainAddress'.
<i>status</i>	Status	Status of this location.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **CoordinateSystem** class is described as "Coordinate reference system." See Table 17.

Table 17 – Attributes of CoordinateSystem

Attribute	Type	Description
<i>crsUrn</i>	string	A Uniform Resource Name (URN) for the coordinate reference system (crs) used to define 'Location.PositionPoints'. An example would be the European Petroleum Survey Group (EPSG) code for a coordinate reference system, defined in URN under the Open Geospatial Consortium (OGC) namespace as: urn:ogc:def:uom:EPSG::XXXX, where XXXX is an EPSG code (a full list of codes can be found at the EPSG Registry web site http://www.epsg-registry.org/). To define the coordinate system as being WGS84 (latitude, longitude) using an EPSG OGC, this attribute would be urn:ogc:def:uom:EPSG::4236. A profile should limit this code to a set of allowed URNs agreed to by all sending and receiving parties.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

The **PositionPoint** class is described as "Set of spatial coordinates that determine a point, defined in the coordinate system specified in '**Location.CoordinateSystem**'. Use a single position point instance to describe a point-oriented location. Use a sequence of position points to describe a line-oriented object (physical location of non-point-oriented objects like cables or lines), or area of an object (like a substation or a geographical zone – in this case, have first and last position point with the same values)." See Table 18.

Table 18 – Attributes of PositionPoint

Attribute	Type	Description
<i>xPosition</i>	string	X axis position.
<i>yPosition</i>	string	Y axis position.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

5.3 Shared data types

IEC-62746 message profiles share common definitions for data types, as documented in IEC 61970-301. Table 19 documents the data types related to defining units-of-measure, with IEC 62746 narrowing these long lists to shorter lists with applicability to near-term implementations. Individual implementors may bring in additional values if needed, or the standard may be expanded in the future.

Table 19 – UnitSymbol & UnitMultiplier data types

Data type	Definition	Allowed Stings	Enumeration details
Unit Symbol	The units defined for usage in the CIM.	kg	Mass in kilogram. Note: multiplier "k" is included in this unit symbol for compatibility with IEC 61850-7-3.
		min	Time in minutes, minute = 60 s.
		W	Real power in Watt (J/s). Electrical power may have real and reactive components.
		Wh	Real energy in Watt hours.
		WPers	Ramp rate in watts per second.
Unit Multiplier	The unit multipliers defined for the CIM. When applied to unit symbols that already contain a multiplier, both multipliers are used. For example, to exchange kilograms using unit symbol of kg, one uses the "none" multiplier; to exchange metric ton (Mg), one uses the "k" multiplier.	M	Mega 10**6.
		k	Kilo 10**3.
		none	No multiplier or multiply by 1.

Reproduced with the permission of UCAIug.

Table 20 shows Yes/No, priority and currency data types.

Table 20 – Yes/No, priority and currency data types

Data type	Definition	Allowed Stings	Enumeration Details
YesNo	Used as a flag set to Yes or No.	YES	
		NO	
Priority Kind	Priority categorization for loads associated with distributed resources.	high	
		medium	
		low	
Currency	Monetary currencies. ISO 4217 standard including 3-character currency code.	CAD	Canadian dollar
		EUR	Euro
		GBP	Pound sterling
		JPY	Japanese yen
		CNY	Chinese yuan
		USD	United States dollar
	...		

Reproduced with the permission of UCAIug.

NOTE a sample of possible values are shown in this table for the Currency data type.

Table 21 – Market-related enumerations

Data type	Allowed Strings	Enumeration details
Market Type	DAM	Day ahead market
	HAM	Hour Ahead Market
	RTM	Real time market
	RUC	Residual Unit Commitment
Market Product Type	EN	Energy generally priced per kWh or MWh.
	SR	Spinning Reserve or Contingency Reserve generally priced per kWh or MWh
	NR	Non-spinning Reserve or Replacement Reserve generally priced per kWh or MWh.
	RPU	RampUp: Power injection generally priced per kW or MW.
	RPD	RampDown: Power withdrawal generally priced per kW or MW.
	LFU	Load following up (power injection) generally priced per kW or MW.
	LFD	Load following down (power withdrawal) generally priced per kW or MW.
	REG	Frequency Regulation Service (injection and/or withdrawal)
	RU	Frequency Regulation Service (energy injection)
	RD	Frequency Regulation Service (energy withdrawal)
	RMU	Regulation Mileage Up.
	RMD	Regulation Mileage Down.
	CO ₂ e	A carbon dioxide equivalent is a metric measure used to compare the emissions from various greenhouse gases on the basis of their global-warming potential (GWP), by converting amounts of other gases to the equivalent amount of carbon dioxide with the same global warming potential.
	RC	Resources with available capacity for a forward market such as Day Ahead that are awarded due to their need for resource adequacy (i.e. reliability) purposes. RC represents the process for reliability unit commitment.
Reproduced with the permission of UCALug.		

In the case that the allowed string constraints in Table 21 do not support or cannot be logically mapped to a local requirement, additional enumerations may be added to the profile as a local, non-standard extension.

Table 22 – Price-related enumerations

Data type	Allowed Strings	Enumeration details
Price Type Kind	capacity	The contribution to the electricity price related on capacity cost allocation.
	congestion	The contribution to the electricity price caused by limited transmission capacity.
	delivery	The contribution to the electricity price related to distribution services.
	Loss	The contribution to the electricity price based on technical losses.
	mileage	The contribution to the electricity price based on the total of both production and consumption services, most common in regulation pricing.
	system	The generation facility price which supplies the "last" unit of electricity; also known as the system lambda or system marginal cost.
	total	The cost of electricity for an end-use customer; most commonly a summation of several other price components, e.g. total price = system price + congestion price + loss price.
Reproduced with the permission of UCALug.		

In the case that the allowed string constraints in Table 22 do not support or cannot be logically mapped to a local requirement, additional enumerations may be added to the profile as a local, non-standard extension.

Table 23 – Resource-related enumerations

Data type	Allowed Strings	Enumeration details
Resource Capacity Type	FO	Flexible Offer
	MO	Must Offer
	NR	Non spinning reserve
	RA	Resource Adequacy
	RD	Regulation Down
	RMR	Reliability Must Run
	RU	Regulation Up
	SR	Spinning reserve
Resource Certification Kind	Energy	
	Capacity	
	RegulationUp	Regulation Up (RU, REGUP)
	RegulationDown	Regulation Down (RD, REGDN)
	SpinningReserve	Spinning Reserve (SR, RRSPIN)
	NonSpinningReserve	Non Spinning Reserve (NR, NONSPIN)
	DemandSideResponse	Demand Side Response (DSR)
	IntermittentResource	Intermittent resource
	ReliabilityMustRun	Reliability Must Run (RMR)
	ReliabilityUnitCommitment	Reliability unit commitment (RUC)
	SynchronousCondenser	Synchronous Condenser (SYNCCOND)
	BLACKSTART	Black start
Resource Registration Status	Planned	Resource registration status is in the planning stage
	Active	Resource registration status is active
	Inactive	Resource registration status is inactive
	Decommissioned	Resource registration status is decommissioned
Reproduced with the permission of UCAIug.		

In the case that the allowed string constraints in Table 23 do not support or cannot be logically mapped to a local requirement, additional enumerations may be added to the profile as a local, non-standard extension, as shown in Table 24.

Table 24 – Scheduling-related enumerations

Data type	Allowed Strings	Enumeration details
Schedule Kind	generation	The resource operates as a generation resource, where a positive amount corresponds to an injection of energy and/or grid support services to the grid. The amount of energy is an absolute level understood to be a production setpoint. Negative values are acceptable and represent an energy withdrawal setpoint. For energy storage resources, a positive amount represents a setpoint in the discharging state.
	load	The resource operates as a load resource, where a positive amount corresponds to a withdrawal of energy and/or support services from the grid. The amount of energy is an absolute level understood to be a consumption setpoint. Negative values are acceptable and represent an energy injection setpoint. For energy storage resources, a positive amount represents a setpoint in the charging state.
	loadIncrease	The resource operates as a variable load, where a positive amount corresponds to a relative load increase. The level is relative, generally as an upward offset to a reference level such as the current consumption or a calculated baseline consumption. Negative values are acceptable and represent a load reduction offset. For energy storage resources, a positive amount represents a faster rate of charge, a state change from discharging (or offline) to charge, or a slower rate of discharge.
	loadReduction	The resource operates as a curtailable load, where a positive amount corresponds to a relative load reduction. The level is relative, generally as a downward offset to a reference level such as the current consumption or a calculated baseline consumption. Negative values are acceptable and represent a load increase offset. For energy storage resources, a positive amount represents a slower rate of charge, a state change from charging (or offline) to discharging, or a faster rate of discharge.
	generationIncrease	The resource operates primarily as a variable generation resource, where a positive amount corresponds to a relative generation increase.
	generationReduction	The resource operates primarily as a variable generation resource, where a positive amount corresponds to a relative generation reduction.
Automatic DisplnstType Commitment	ACTIVATE	Activate represents a call to provide grid services. The call generally comes from the grid operator or through an aggregator and interrupts local control. A call could represent any number of actions including the increase or decrease of power consumption and/or production.
	ADJUSTMENT	Adjustment represents a change in the level of the grid services provided.
	RELEASE	Release represents the end of the call to provide grid services. This allows the resource to perform its own activity.
Reproduced with the permission of UCAIug.		

6 Message Profiles

6.1 General

This clause provides a narrative of the IEC-62746 message profiles. Abbreviated diagrams showing the profiles are included in each subclause. Complete representations of the profiles are provided in as both UML diagrams (Annex B) and XSD files (Annex C), along with sample messages (Annex D).

IEC 61968-100 defines how messages may be exchanged between cooperating systems to facilitate the transfer of application-specific data, like those defined in this document.

6.2 Market DER profile

6.2.1 General

MarketDER describes the market-level characteristics of a DER or an aggregation of DERs. Importantly, the **MarketDER** message homogenizes different DER technologies to the point that each DER can be considered on its own merits for the provision of market services. If sent from the Resource Role, the message is generally understood to be a declaration of capability. If sent from the Operator Role, the message is generally understood to be a report of understood capability, or perhaps calculated capability based on historical performance.

This profile relies on modelling described in the following subclauses:

- 4.3.2 Resource Modelling
- 4.3.3 Resource location modelling

6.2.2 Applications

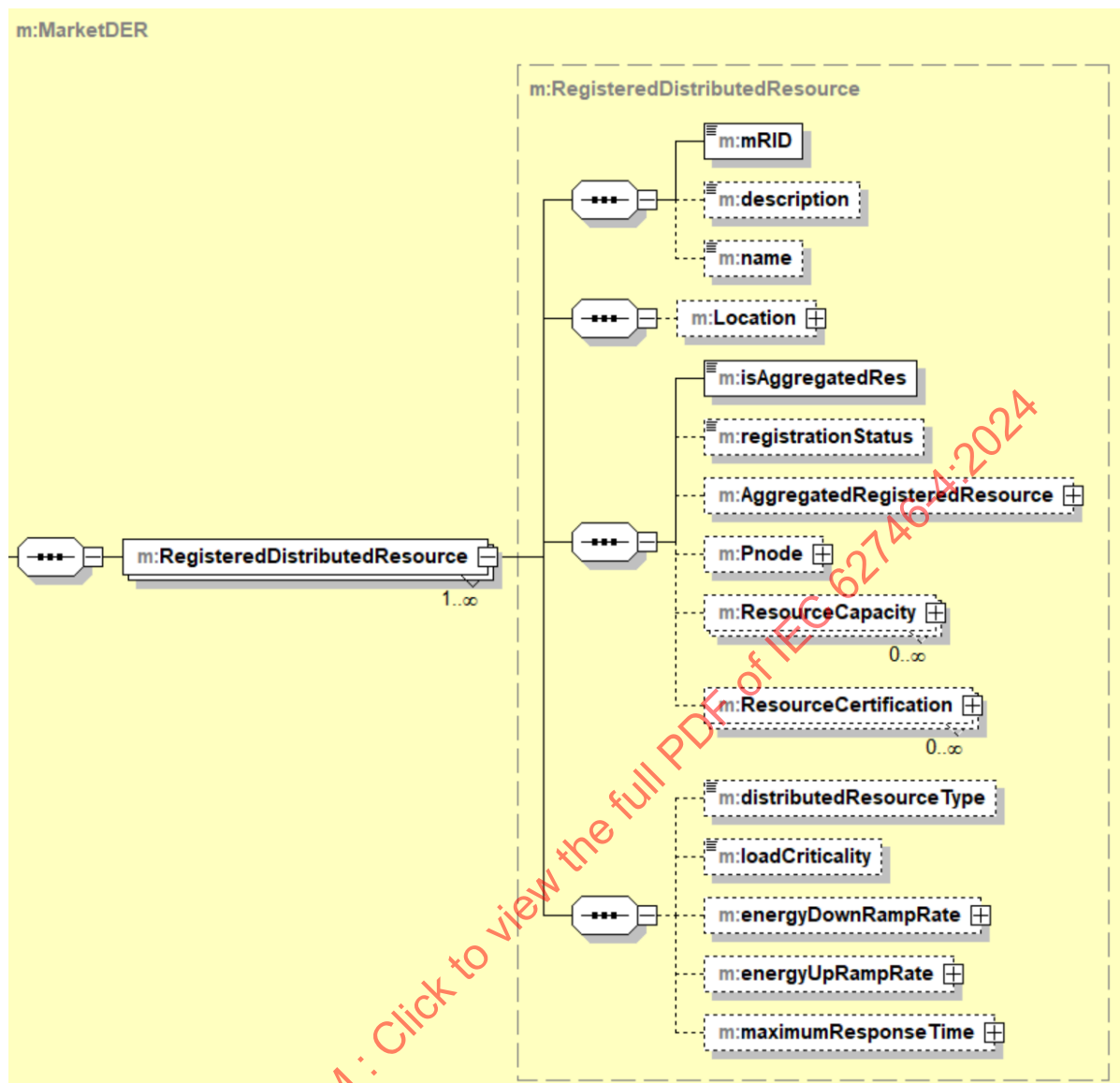
The **MarketDER** profile shall be exchanged whenever market-level characteristics of a DER or an aggregation of DERs change. The **MarketDER** profile may also be used to confirm mutual understanding of DER capabilities between performing the Operator Role and the entity performing the Resource role.

6.2.3 Schema

The schema is shown in Figure 16 and the attributes are shown in Table 25. For the common elements utilized in this schema, details are provided as follows:

- 5.1 *mRID, description, & name*
- 5.2.8 *Location*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62746-4:2024



Reproduced with the permission of UCAIug

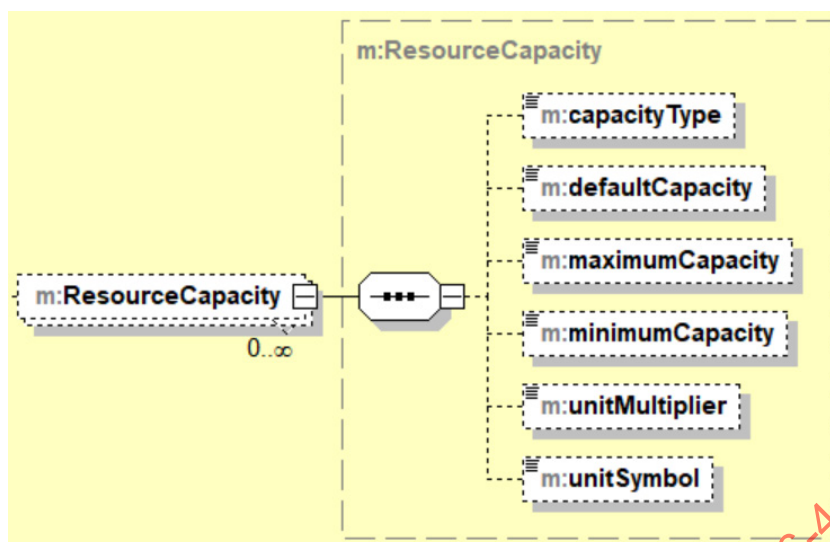
Figure 16 – MarketDER schema

Table 25 – Attributes of MarketDER

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from RegisteredResource			
<i>isAggregatedRes</i>	YesNo	Required	A flag to indicate if a resource is an aggregated resource.
<i>registrationStatus</i>	Resource Registration Status	Optional	Registration Status of resource – Planned, Active, Inactive, or Decommissioned. Current state of the resource registration which describes the lifecycle from initial design through to eventual decommissioning.
Aggregated Registered Resource	(Associated Element)	Optional	reference mRID
Pnode	(Associated Element)	Optional	reference mRID
Resource Capacity	(Associated Element)	Optional Unbounded	(See below)
Resource Certification	(Associated Element)	Optional Unbounded	(See below)
Attributes from RegisteredDistributedResource			
distributedResourceType	string	Optional	The type of resource. Examples include: fuel cell, flywheel, photovoltaic, micro-turbine, CHP (combined heat power), V2G (vehicle to grid), DES (distributed energy storage), and others.
loadCriticality	PriorityKind	Optional	Load criticality allows for the prioritization of loads associated with distributed resources.
energyDownRampRate	ActivePower ChangeRate	Optional	Response rate in Watts per second for reducing the resource's energy production or increasing the resource's energy consumption.
energyUpRampRate	ActivePower ChangeRate	Optional	Response rate in Watts per second for increasing the resource's energy production or decreasing the resource's energy consumption.
maximumResponseTime	Seconds	Optional	The time by which the instruction can be reliably executed by the resource. Typically, this must be lower than the minimum response time for the service.
Reproduced with the permission of UCAlug.			

ResourceCapacity

The schema is shown in Figure 17 and the attributes are shown in Table 26.



Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 17 – ResourceCapacity sub-schema

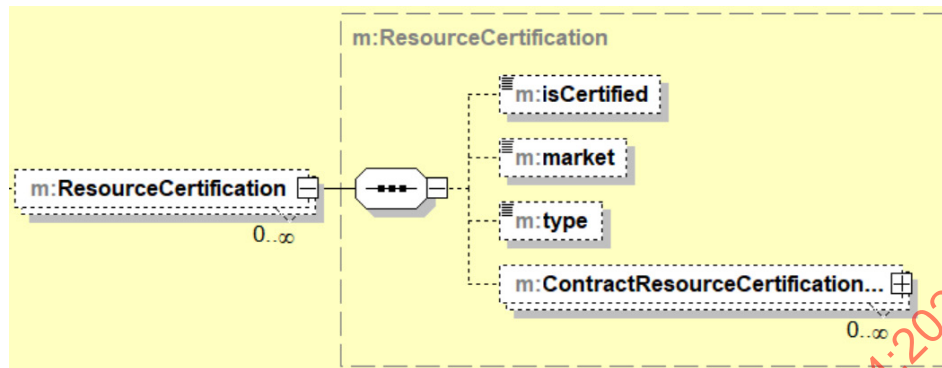
Table 26 – Attributes of ResourceCapacity

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from ResourceCapacity			
<i>capacityType</i>	ResourceCapacityType	Optional	capacity type
<i>defaultCapacity</i>	decimal	Optional	default capacity
<i>maximumCapacity</i>	decimal	Optional	maximum capacity
<i>minimumCapacity</i>	decimal	Optional	minimum capacity
<i>unitMultiplier</i>	UnitMultiplier	Optional	Unit Multiplier selection for the capacity values.
<i>unitSymbol</i>	UnitSymbol	Optional	Unit selection for the capacity values.
Reproduced with the permission of UCAlug.			

For information about Resource Capacity modelling concepts, see 4.3.4.

ResourceCertification

The schema is shown in Figure 18 and the attributes are shown in Table 27.



Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 18 – ResourceCertification sub-schema

Table 27 – Attributes of ResourceCertification

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from ResourceCertification			
<i>market</i>	MarketType	Optional	(See Table 21)
<i>isCertified</i>	Boolean	Optional	Status of the certification ('YES' = Active, 'NO' = Inactive). Indicator that the resource is certified for the specified market (which is a kind of MarketType) and type (which is a kind of ResourceCertificationType).
<i>type</i>	Resource CertificationKind	Optional	The resource certification type described by the ResourceCertificationKind. A resource can have one to many types of certifications, based on the capabilities of that resource. For example, a resource may be certified for energy and later a reserve service.
Attributes from ResourceCertification			
<i>type</i>	string	Optional	(See 5.2.7)

Reproduced with the permission of UCAlug.

6.3 Reference energy curve profile

6.3.1 General

ReferenceEnergyCurve describes the consumption and/or production over time by a DER/customer/aggregator. The specified period is divided into fixed intervals. For each interval up to three values may be specified. **ReferenceEnergyCurve** is rooted on the *RegisteredResource* class and may contain more than one time series in each exchange.

This profile relies on modelling described in the following subclauses:

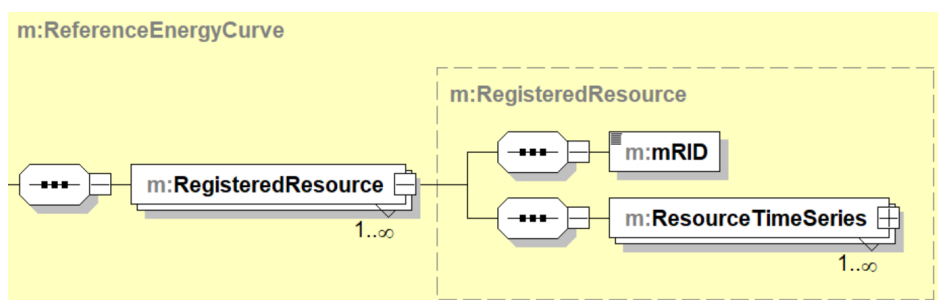
- 4.3.2 Resource Modelling
- 4.3.5 Energy schedule modelling

6.3.2 Applications

ReferenceEnergyCurve is used to exchange energy values as a function of time interval, including but not limited to energy forecasts, energy predictions, energy schedules, energy patterns, and energy usage.

6.3.3 Schema

The schema is shown in Figure 19.



Reproduced with the permission of UCAlug

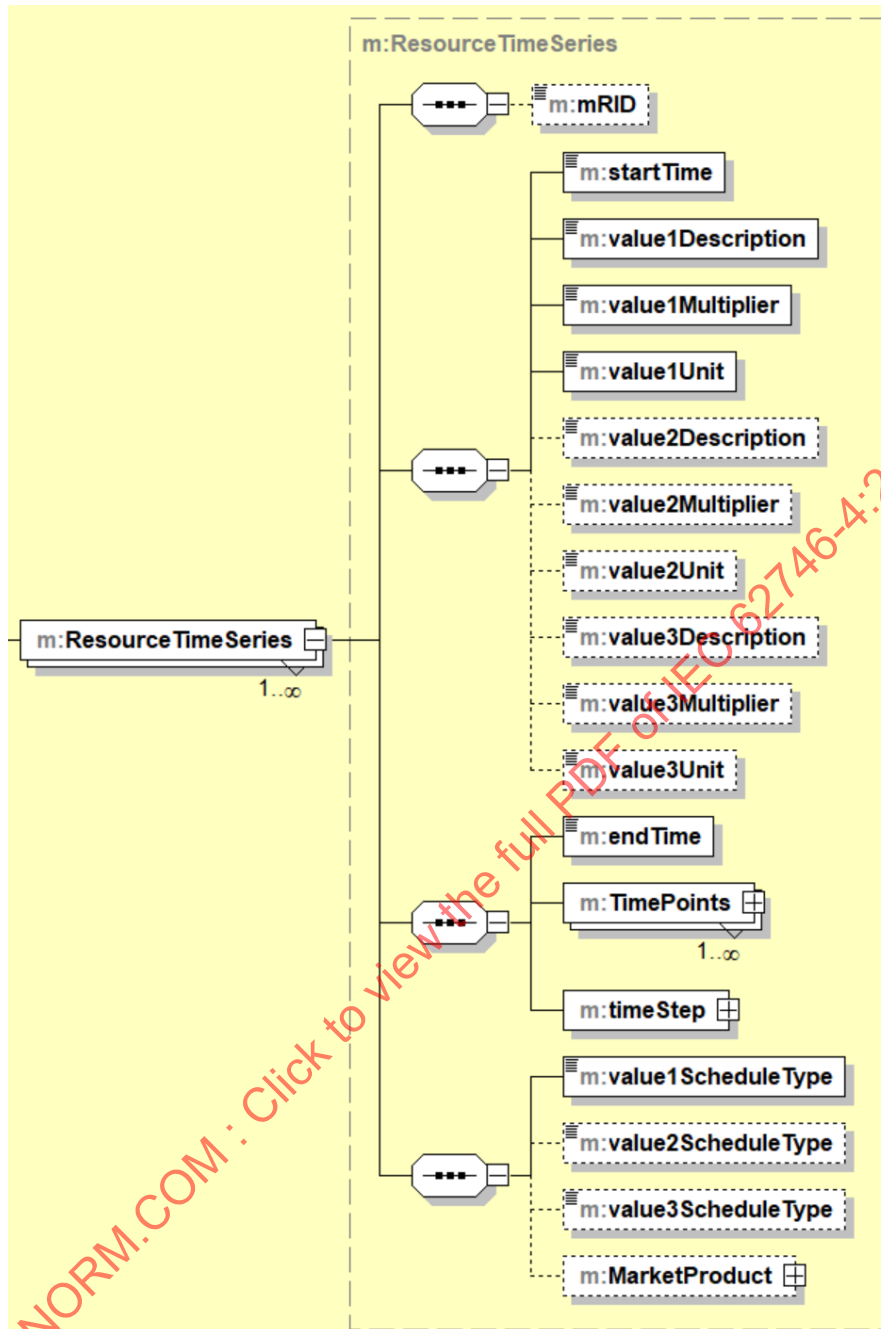
Figure 19 – Reference energy curve schema

For the general elements utilized in the schema shown in Figure 19, details are provided as follows:

- 5.1 *mRID and name*

Registered Resource is a reference mRID.

ResourceTimeSeries is an associated class and requires further description. The schema is shown in Figure 20 and the attributes are shown in Table 28.



Reproduced with the permission of UCAIug

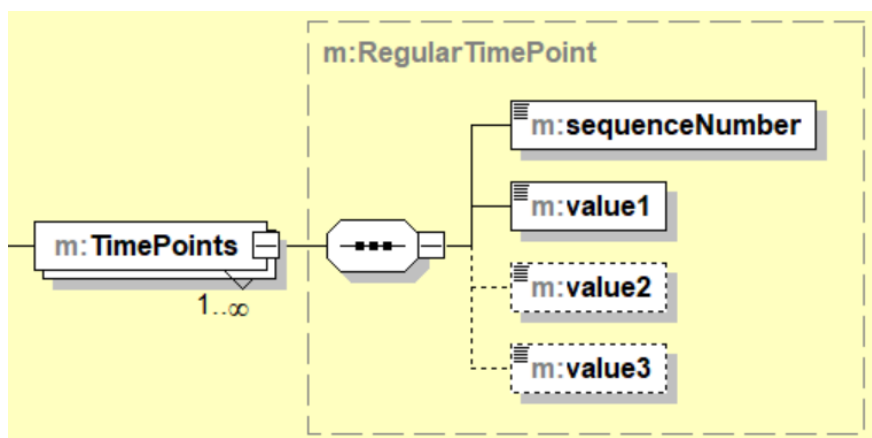
Figure 20 – ResourceTimeSeries sub-schema

Table 28 – Attributes of ResourceTimeSeries

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from BasicIntervalSchedule			
<i>startTime</i>	<i>dateTime</i>	Mandatory	The time for the first time point.
<i>value1Description</i>	<i>string</i>	Mandatory	Description for the value1 contained within the ResourceTimeSeriesFactor.
<i>value1Multiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Mandatory	Multiplier for value1.
<i>value1Unit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Mandatory	Value1 units of measure.
<i>value2Description</i>	<i>string</i>	Optional	Description for the value2 contained within the ResourceTimeSeriesFactor.
<i>value2Unit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Optional	Value2 units of measure.
<i>value2Multiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Optional	Multiplier for value2.
<i>value3Description</i>	<i>string</i>	Optional	Description for the value3 contained within the ResourceTimeSeriesFactor.
<i>value3Unit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Optional	Value3 units of measure.
<i>value3Multiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Optional	Multiplier for value3.
Attributes from RegularIntervalSchedule			
<i>endTime</i>	<i>dateTime</i>	Mandatory	The time for the last time point.
<i>timeStep</i>	<i>Seconds</i>	Mandatory	The time between each pair of subsequent regular time points in sequence order.
<i>TimePoints</i>	(Associated Element)	Mandatory Unbounded	The regular interval time point data values that define this schedule.
Attributes from ResourceTimeSeries			
<i>value1 ScheduleType</i>	<i>ScheduleKind</i>	Mandatory	(See Table 24)
<i>value2 ScheduleType</i>	<i>ScheduleKind</i>	Optional	(See Table 24)
<i>value3 ScheduleType</i>	<i>ScheduleKind</i>	Optional	(See Table 24)
<i>MarketProduct</i>	<i>MarketProduct</i>	Optional	(See Table 21)
Reproduced with the permission of UCAIug.			

TimePoints

The schema is shown in Figure 21 and the attributes are shown in Table 29.



Reproduced with the permission of UCAIug

Figure 21 – Time Points sub-schema

Table 29 – Attributes of TimePoints

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from RegularTimePoint			
<i>sequence Number</i>	integer	Mandatory	The position of the regular time point in the sequence. Note that time points don't have to be sequential, i.e. time points may be omitted. The actual time for a RegularTimePoint is computed by multiplying the associated regular interval schedule's time step with the regular time point sequence number and adding the associated schedules start time.
<i>value1</i>	float	Mandatory	The first value at the time. The meaning of the value is defined by the derived type of the associated schedule.
<i>value2</i>	float	Optional	The second value at the time. The meaning of the value is defined by the derived type of the associated schedule.
<i>value3</i>	float	Optional	The third value at the time. The meaning of the value is defined by the derived type of the associated schedule.
Reproduced with the permission of UCAIug.			

6.4 Bid/offer curve profile

6.4.1 General

MarketDERBidOffer describes desired price point at or above which a DER is willing to provide services (an offer) or at or below which a DER is willing to consume services (a bid).

This profile relies on modelling described in the following sections:

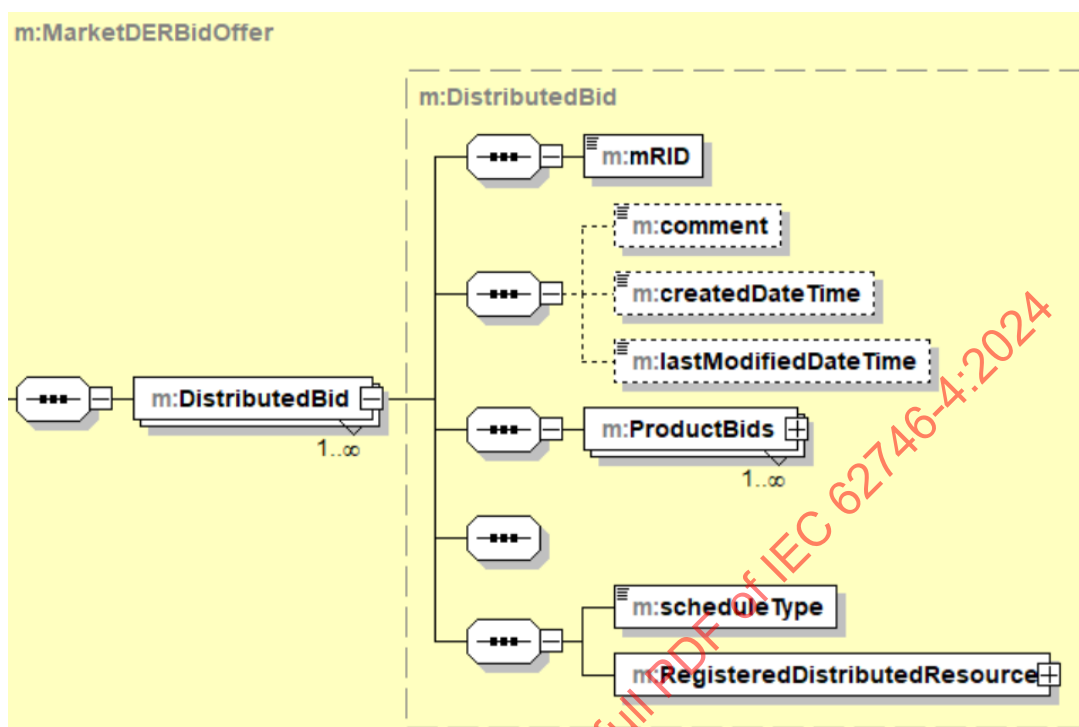
- 4.3.2 Resource Modelling
- 4.3.5 Energy schedule modelling
- 4.3.6 Bid/offer modelling

6.4.2 Applications

MarketDERBidOffer is used to submit data to either a grid operator or to an aggregator in the form of a bid to purchase or an offer to sell services, or used to submit data without a price, also known as a self-schedule, of service consumption and/or production.

6.4.3 Schema

The schema is shown in Figure 22 and the attributes are shown in Table 30.



Reproduced with the permission of UCAIug

Figure 22 – Bid/offer curve schema

For the general elements utilized in this schema, details are provided as follows:

- 5.1 *mRID and name*
- 5.2.7 *comment, createdDateTime and lastModifiedDateTime*

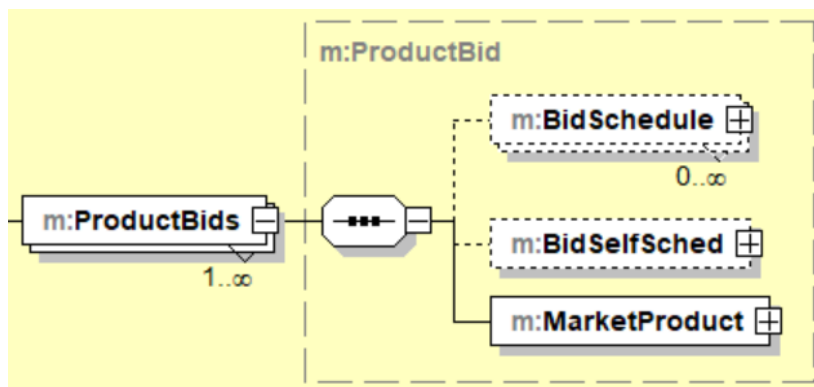
RegisteredResource is a reference mRID.

Table 30 – Attributes of DistributedBid

Attribute	Type	Multiplicity	Description
Attributes from Bid			
<i>ProductBids</i>	<i>ProductBid</i>	Required Unbounded	(See Below)
Attributes from DistributedResourceBid			
<i>scheduleType</i>	<i>ScheduleKind</i>	Required	(See Table 24)
<i>Registered Distributed Resource</i>	(Associated Class)	Required	Reference mRID

Reproduced with the permission of UCAIug.

ProductBids elements are complex and require further description. The schema is shown in Figure 23 and the attributes are shown in Table 31.



Reproduced with the permission of UCAIug

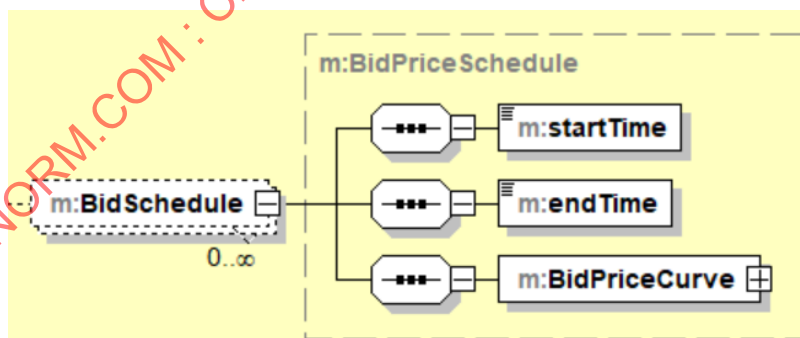
Figure 23 – Product Bid sub-schema

For a specific *ProductBid* (and a specific *MarketProduct*), either a *BidSchedule* should be used if the bid/offer is price-sensitive or a *BidSelfSched* should be used if a self-schedule is chosen.

Table 31 – Attributes of ProductBid

Attribute	Type	Multiplicity	Description
Attributes from ProductBid			
<i>BidSchedule</i>	<i>BidPriceSchedule</i>	Optional Unbounded	(See Below)
<i>BidSelfSched</i>	<i>BidSelfSched</i>	Optional	(See Below)
<i>MarketProduct</i>	<i>MarketProduct</i>	Required	(See Table 21)

If the bid/offer is price sensitive, the *BidSchedule* option is used, there is different modelling. The schema is shown in Figure 24 and the attributes are shown in Table 32.



Reproduced with the permission of UCAIug

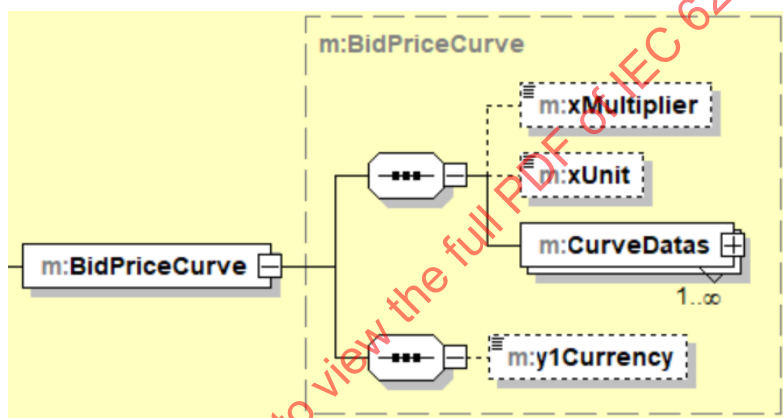
Figure 24 – Price-Sensitive Bid/offer sub-schema

Table 32 – Attributes of BidSchedule

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from BasicIntervalSchedule			
<i>startTime</i>	dateTime	Required	The time for the first time point.
Attributes from RegularIntervalSchedule			
<i>endTime</i>	dateTime	Required	The time for the last time point.
Associations to PriceBidSchedule			
<i>BidPriceCurve</i>	<i>BidPriceCurve</i>	Required	(See Below)
Reproduced with the permission of UCAIug.			

BidPriceCurve

The schema is shown in Figure 25 and the attributes are shown in Table 33.



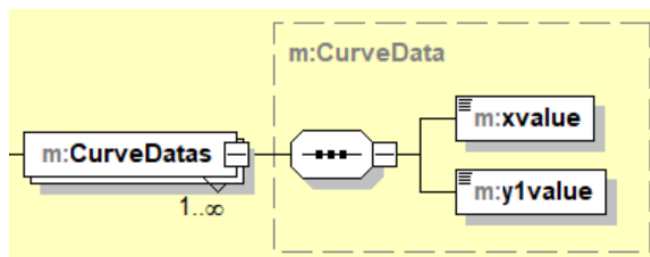
Reproduced with the permission of UCAIug.

Figure 25 – BidPriceCurve Sub-Schema**Table 33 – Attributes of BidPriceCurve**

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from Curve			
<i>xMultiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Optional	Multiplier for X-axis.
<i>xUnit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Optional	The X-axis units of measure.
<i>CurveDatas</i>	(Associated Element)	Required	(See Below)
Attributes from BidPriceCurve			
<i>y1Currency</i>	<i>Currency</i>	Optional	Currency for the y1 axis in the BidPriceCurve
Reproduced with the permission of UCAIug.			

CurveDatas

CurveDatas is the general class to describes one or more ordinates for each abscissa value. For this message schema, the xvalue is used to represent a block of energy and the y1value is used to capture the desired price for that energy. The schema is shown in Figure 26 and the attributes are shown in Table 34.



Reproduced with the permission of UCAIug

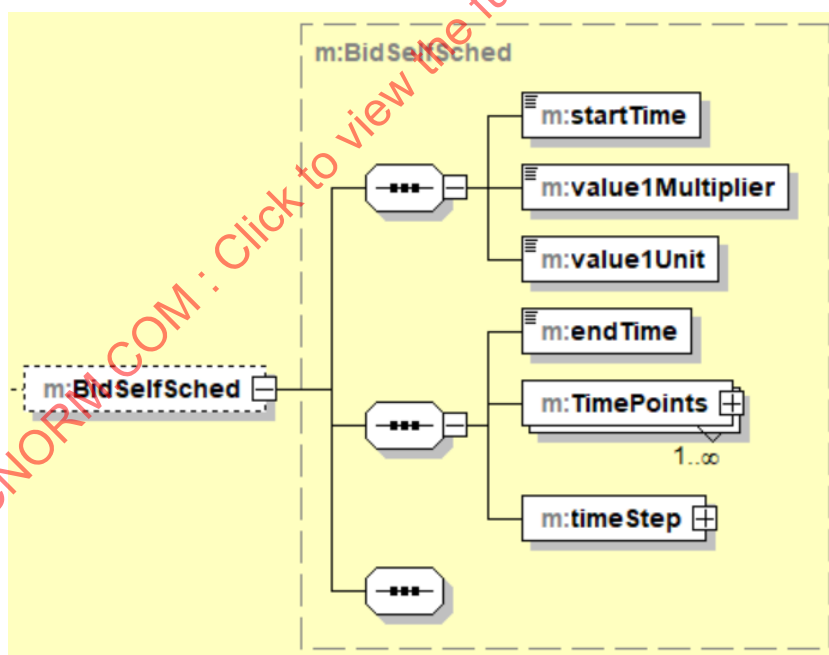
Figure 26 – CurveData sub-schema

Table 34 – Attributes of CurveData

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from CurveData			
<i>xvalue</i>	float	Required	The data value of the X-axis variable, depending on the X-axis units.
<i>y1value</i>	float	Required	The data value for the first Y-axis variable, depending on the Y-axis units.

Reproduced with the permission of UCAIug.

If a self-schedule is chosen, *BidSelfSched* option is used, there is different modelling. The schema is shown in Figure 27 and the attributes are shown in Table 35.



Reproduced with the permission of UCAIug

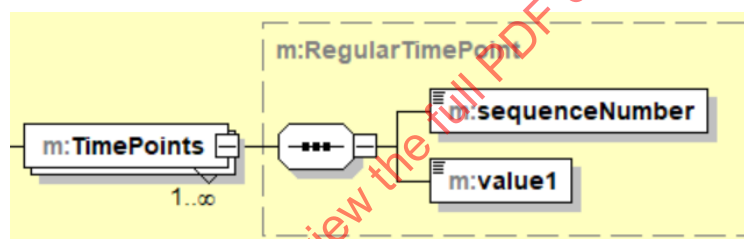
Figure 27 – BidSelfSched sub-schema

Table 35 – Attributes of BidSelfScheduleAttribute

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from BasicIntervalSchedule			
<i>startTime</i>	dateTime	Required	The time for the first time point. The value can be a time of day, not a specific date.
<i>value1Unit</i>	UnitSymbol	Required	Value1 units of measure.
<i>value1Multiplier</i>	UnitMultiplier	Required	Multiplier for value1.
Attributes from RegularIntervalSchedule			
<i>endTime</i>	dateTime	Required	The time for the last time point. The value can be a time of day, not a specific date.
<i>timestep</i>	Seconds	Required	(See 5.2.2)
<i>TimePoints</i>	(Associated Class)	Required	(See Table 36)
Reproduced with the permission of UCAlug.			

TimePoints

The schema is shown in Figure 28 and the attributes are shown in Table 36.



Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 28 – TimePoints sub-schema**Table 36 – Attributes of TimePoints**

Attribute	Type	Multiplicity	Description
Attributes from RegularTimePoint			
<i>sequenceNumber</i>	Integer	Required	The position of the regular time point in the sequence. The actual time for a RegularTimePoint is computed by multiplying the associated regular interval schedule's time step with the regular time point sequence number and adding the associated schedules start time.
<i>Value1</i>	Float	Required	The first value at the time. The meaning of the value is defined by the derived type of the associated schedule.
Reproduced with the permission of UCAlug			

6.5 Dispatch Profile

6.5.1 General

MarketDERInstruction describes the one or more setpoints for the DER.

This profile relies on modelling described in the following sections:

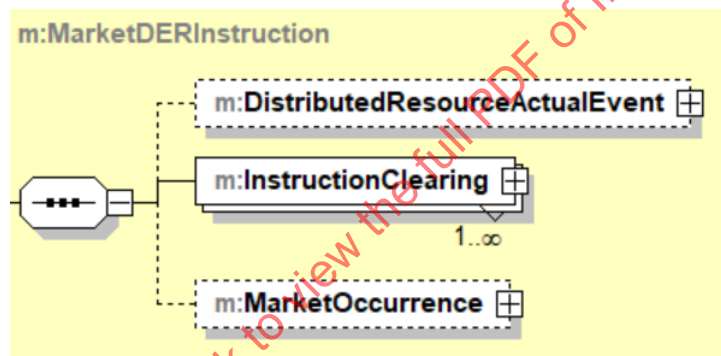
- 4.3.2 Resource Modelling
- 4.3.7 Dispatch modelling

6.5.2 Applications

MarketDERInstruction is used to communicate setpoints to a DER. The instruction is sent from either the market and/or grid operator and may be adjusted through an aggregator. The number of setpoints can vary. The entity in the Operator Role may send periodic dispatches with individual setpoints or may send multiple setpoints in the form of a schedule.

6.5.3 Schema

The schema is shown in Figure 29.

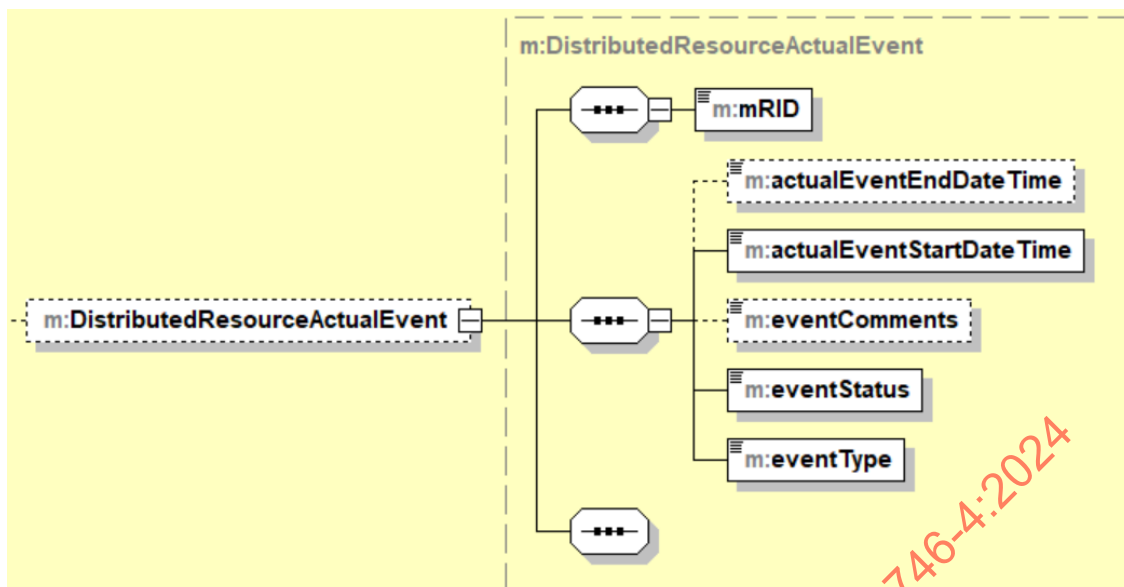


Reproduced with the permission of UCAIug

Figure 29 – MarketDERInstruction schema

There are three sections of the MarketDERInstructions profile.

The first section of the **MarketDERInstruction** is the **DistributedResourceActualEvent**. The schema is shown in Figure 30 and the attributes are shown in Table 37.



Reproduced with the permission of UCAlug

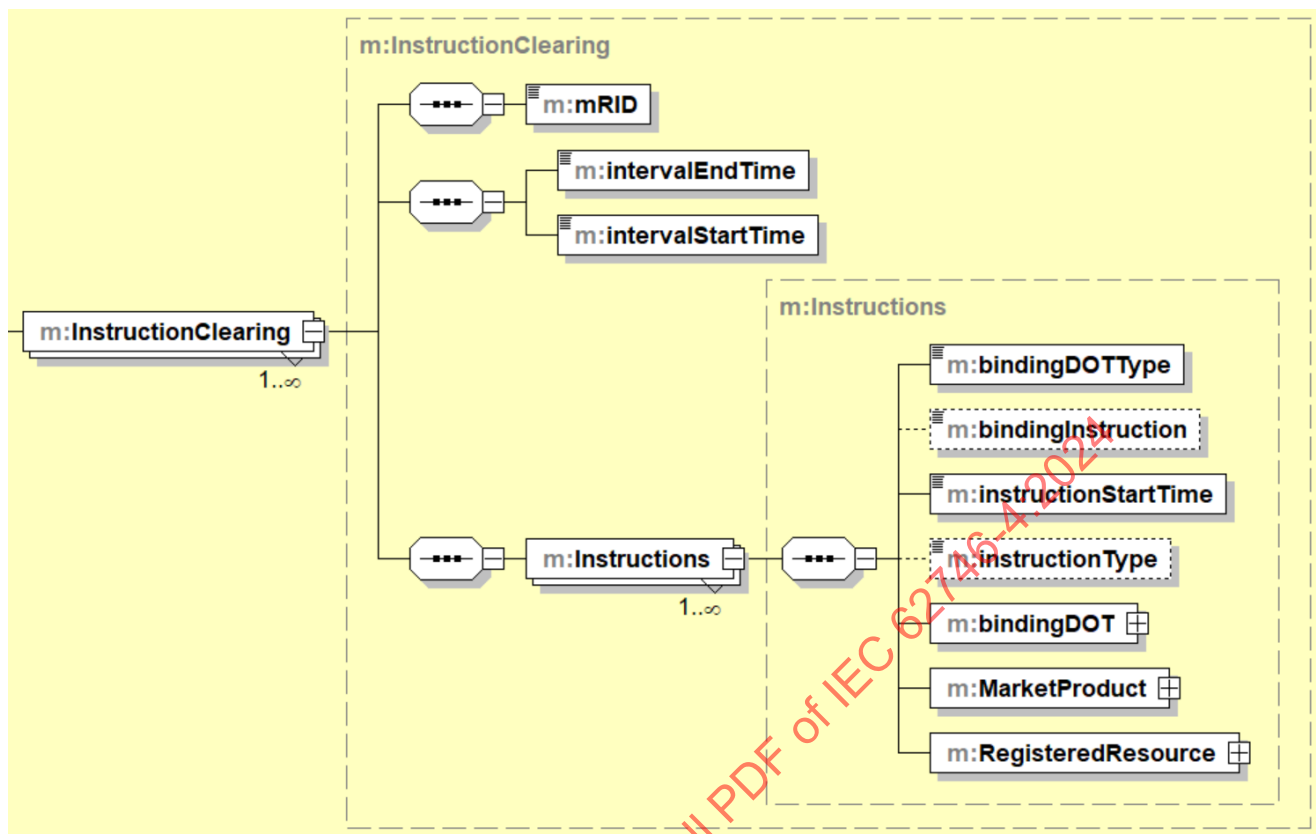
Figure 30 – DistributedResourceActualEvent sub-schema

Table 37 – Attributes of DistributedResourceEventActual

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from DistributedResourceActualEvent			
<i>eventType</i>	string	Mandatory	The eventType of a MarketEvent could be BidSubmissionOpen, which represents the start (or the opening) of the period for accepting bids and offers for a specified market. Another eventType of a MarketEvent could be BidSubmissionClose, which represents the end (or the closing) of the bid and offer submission period for a specified market.
<i>eventStartTime</i>	dateTime	Mandatory	Start time of the event.
<i>eventEndTime</i>	dateTime	Optional	End time of the event.
<i>eventStatus</i>	string	Mandatory	Event status to describe the current state of the event which typically would be: Active – The event is currently in an active state (current time is between the actual start and end date times) Cancelled – The event has been cancelled. Completed – The event has completed (current time is after the actual end date time). Planned – The expected time the event is to become active.
<i>eventComments</i>	string	Optional	Free format comments for the event, for any purpose needed.

Reproduced with the permission of UCAlug.

The second section of the **MarketDERInstruction** is the **InstructionClearing**. The schema is shown in Figure 31 and the attributes are shown in Table 38.



Reproduced with the permission of UCAlug

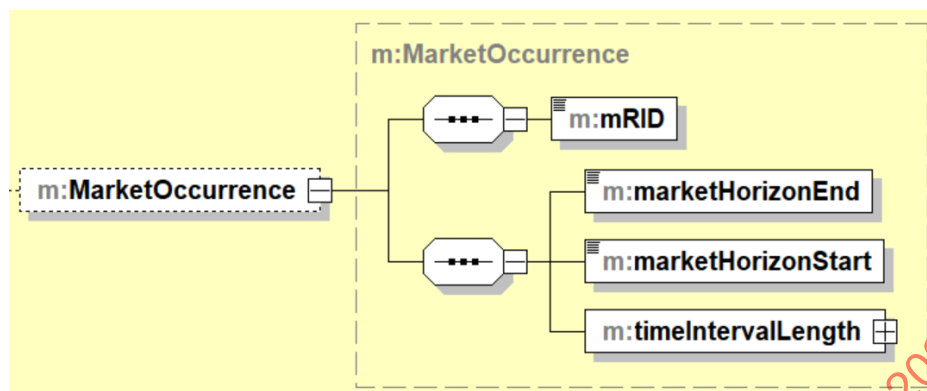
Figure 31 – InstructionClearing sub-schema

Table 38 – Attributes of InstructionClearing

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from InstructionClearing			
<i>interval StartTime</i>	dateTime	Mandatory	The start of the time interval for which requirement is defined.
<i>interval EndTime</i>	dateTime	Mandatory	The end of the time interval for which requirement is defined.
Attributes from Instructions			
<i>bindingDOT</i>	Float Quantity	Mandatory	The binding dispatch operating target for the market interval. (See Table 3)
<i>binding DOTType</i>	ScheduleKind	Mandatory	(See Table 24)
<i>instruction StartTime</i>	dateTime	Mandatory	Time the resource should be at Pmin (for start ups). Time the resource is off line.
<i>instruction type</i>	AutomaticDisplnst Commitment	Optional	(See Table 24)
<i>binding Instruction</i>	YesNo	Optional	(See Table 20)
<i>Market Product</i>	MarketProduct	Required	(See Table 21)
<i>Registered Resource</i>	(Associated Element)	Required	Reference MRID.

Reproduced with the permission of UCAlug.

The third section of the **MarketDERInstruction** is the **MarketOccurrence**. The schema is shown in Figure 32 and the attributes are shown in Table 39.



Reproduced with the permission of UCAIug

Figure 32 – MarketOccurrence sub-schema

Table 39 – Attributes of MarketOccurrence

Element	Type	Multiplicity	Description
<i>market HorizonEnd</i>	dateTime	Required	Market end time.
<i>market HorizonStart</i>	dateTime	Required	Market start time.
<i>timeInterval Length</i>	Minutes	Required	Trading time interval length.
Reproduced with the permission of UCAIug			

6.6 Commodity price exchange profile

6.6.1 General

CommodityPriceExchange describes price for a specific commodity (definition and market product and pnode/resource) for a specific time.

This profile relies on modelling described in the following subclauses:

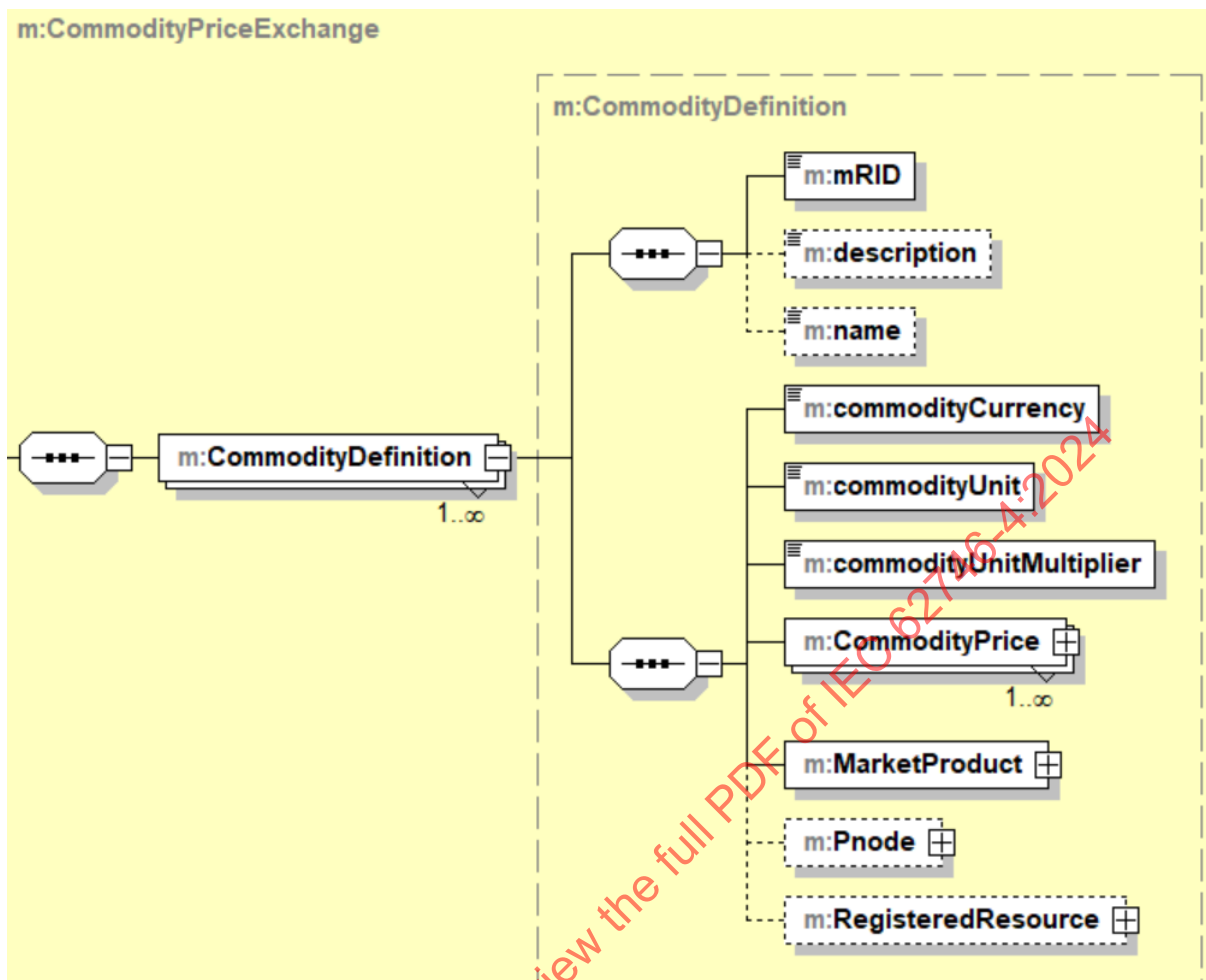
- 4.3.2 Resource Modelling
- 4.3.3 Resource location modelling
- 4.3.8 Commodity and price modelling

6.6.2 Applications

CommodityPriceExchange is used to communicate prices as they change over time. Commodities are defined in advance, establishing a currency and unit-of-measure for the product being sold. Commodities may alternately be resource-specific, using the optional association to *RegisteredResource*.

6.6.3 Schema

The schema is shown in Figure 33 and the attributes are shown in Table 40.



Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 33 – CommodityPriceExchange Schema

Pnode is a reference *mRID*.

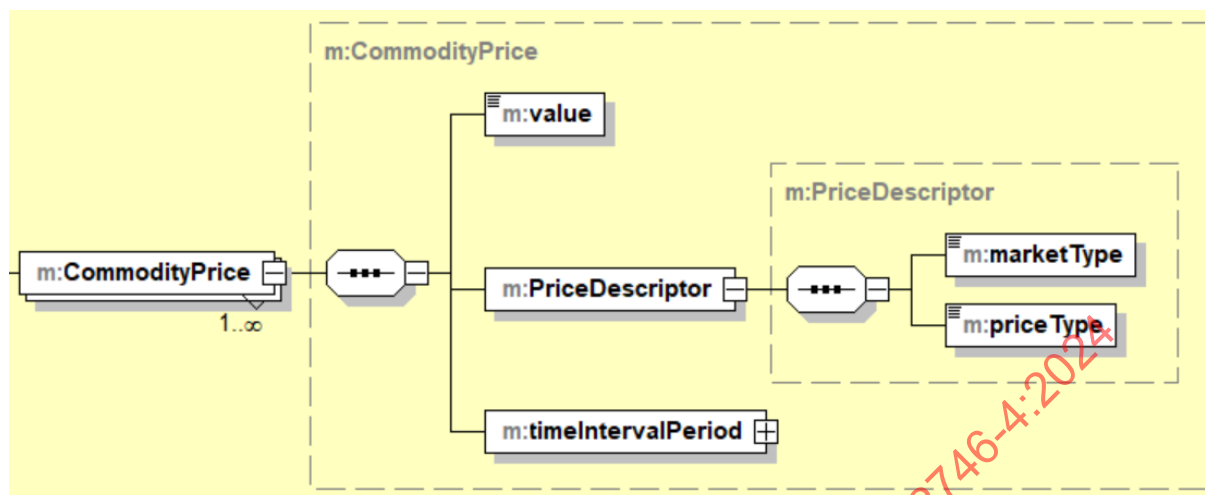
RegisteredResource is a reference *mRID*.

Table 40 – Attributes of CommodityPriceExchange

Attribute	Type	Multiplicity	Description
Attributes from CommodityDefinition			
<i>commodity Currency</i>	<i>Currency</i>	Mandatory	The currency in which the Commodity is traded, using the standard conventions associated with the Currency enumeration.
<i>commodity Unit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Mandatory	The unit of measure in which the Commodity is traded, using the standard conventions associated with the UnitSymbol enumeration.
<i>commodity UnitMultiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Mandatory	The unit multiplier, e.g. "k" to convert the unit "W-h" to "kW-h", using the standard conventions associated with the UnitMultiplier enumeration.
<i>Commodity Price</i>	Commodity Price	Mandatory	(Association)
<i>Market Product</i>	Market Product	Mandatory	(See Table 21)

Reproduced with the permission of UCAlug

The *CommodityPrice* association requires further description. The schema is shown in Figure 34 and the attributes are shown in Table 41.



Reproduced with the permission of UCAlug

Figure 34 – Commodity price schema

Table 41 – Attributes of CommodityPrice

Element	Type	Multiplicity	Description
Attributes from CommodityPrice			
<i>value</i>	float	Mandatory	The price of the Commodity, expressed as a floating-point value with the currency and unit of measure defined in the associated CommodityDefinition class.
<i>timeIntervalPeriod</i>	<i>DateTimeInterval</i>	Mandatory	The time interval over which the CommodityPrice is valid, using the standard conventions associated with the DateTimeInterval class.
Attributes associated with PriceDescriptor			
<i>market Type</i>	<i>MarketType</i>	Mandatory	The time frame for the price, using the standard conventions associated with the MarketType enumeration. (See Table 21)
<i>price Type</i>	<i>PriceTypeKind</i>	Mandatory	The "kind" of price being described. In general, the priceType will either be "total" to signify that the price is the price paid to buy or sell the commodity, sometimes referred to as an "all-in" price, or one of potentially many components. (See Table 21)
Reproduced with the permission of UCAlug.			

7 Message sequences

7.1 General

The message sequences are generically defined between any two adjacent levels of aggregation, between, as examples:

- Grid Operator (Operator Role) and DER (Resource Role)
- Grid Operator (Operator Role) and Aggregator (Resource Role)
- Aggregator (Operator Role) and DER (Resource Role)
- Market Operator (Operator Role) and Grid Operator (Resource Role)

The communication flow is structured in six phases as shown in Figure 35 with sample data illustrated in Figure 36, expected to repeat on either a regular schedule (for example, each day) or ad-hoc (when an event is anticipated):

- 1) Inform
- 2) Incentivise
- 3) Plan
- 4) Schedule
- 5) Report
- 6) Evaluate

The establishment of contractual agreements between the parties and the initial enrollment of resources are out of scope of this document.

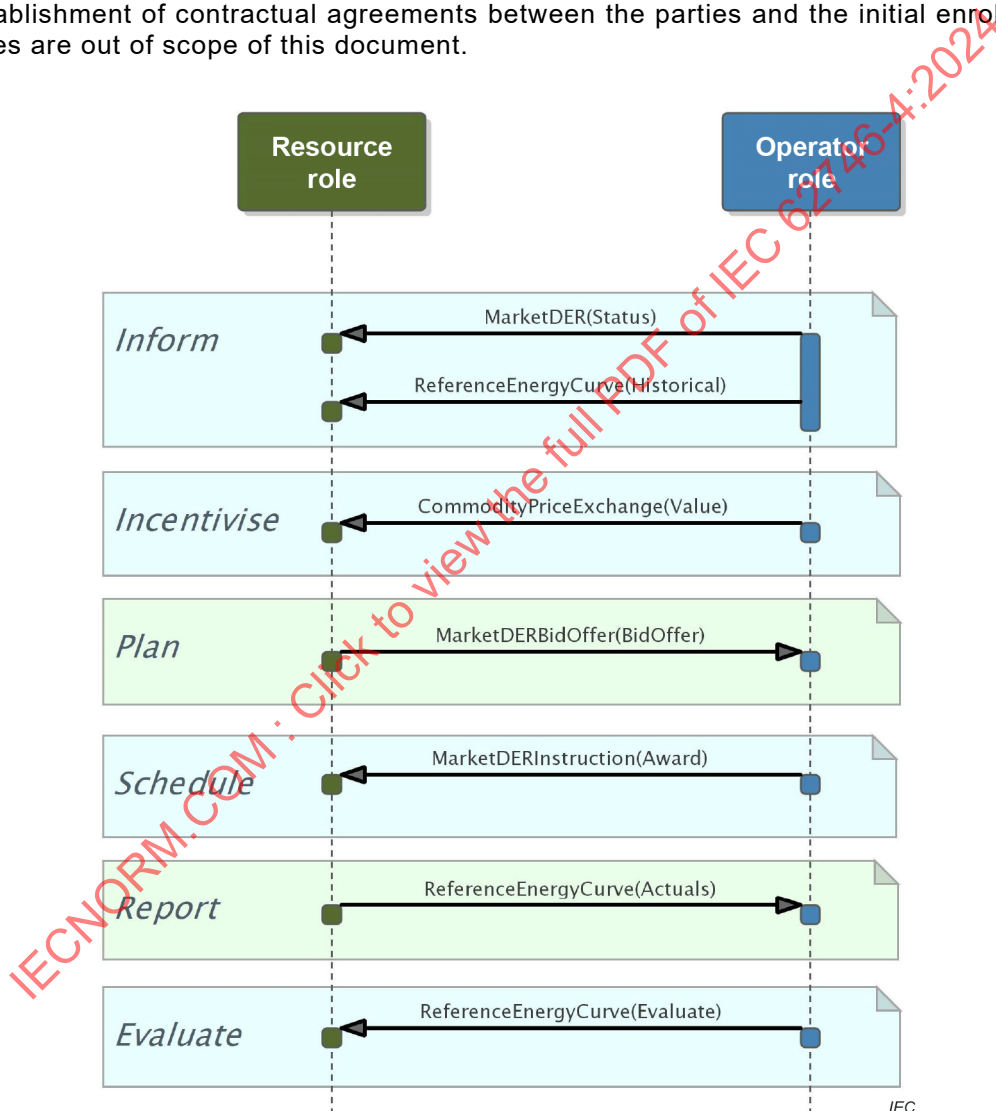


Figure 35 – Sequence diagram

7.2 Inform

The "Inform" exchange consists of two messages, both originating at the Operator Role and terminating at the Resource Role.

The **MarketDER** message can be used to communicate the semi-static details about the DER or DER aggregation. This message could be sent on regular intervals or as a response to a request to establish a common understanding of the DER capabilities.

The **ReferenceEnergyCurve** message can be used to communicate historical usage patterns, commonly referred to as a "baseline" usage pattern.

7.3 Incentivise

The "Incentivise" exchange consists of a single message originating at the Operator Role and terminating at the Resource Role, leveraging the **CommodityPriceExchange**. It contains pricing based on time and product, and optionally by location or resource. Based on business rules defined outside the process, prices may be binding (established and used for settlement) or indicative (a forecast and replaced by pricing calculated during or after the dispatch is called).

Pricing published in the "Incentivise" exchange need not be highly volatile. For example, the pricing may be used to communicate fixed contracted prices for a specific resource in order to establish a record of the prices for audit purposes or to identify the period in which a request may fall using published rate schedules, such as seasonal, time-of-use, and/or critical peak rate designs.

7.4 Plan

The "Plan" exchange consists of a single message originating at the Resource Role and terminating at the Operator Role, leveraging the **MarketDERBidOffer** message. This message contains the intended operating plan (should the resource be non-dispatchable) or the desired operating plan as a function of price level (should the resource be price-dispatchable).

The "Plan" exchange may be performed infrequently to establish bid, offers, or fixed schedules that may be valid over many days or even months, or can be short-term, such as a series of hourly or sub-hourly values or even exchanges in near real-time.

7.5 Schedule

The "Schedule" exchange consists of a single message originating at the Operator Role and terminating at the Resource Role, leveraging the **MarketDERInstruction** message. This message represents the logical response to the "Plan" exchange, acknowledging a fixed schedule or selecting some or all of a bid to purchase services or offer to sell services based on economic clearing.

The "Schedule" exchange may be communicated in advance of the dispatch, for example as a day-ahead schedule to which the resource is intended to follow, or closer to the dispatch time for resources which can respond more quickly.

7.6 Report

The "Report" exchange consists of a single message originating at the Resource Role and terminating at the Operator Role, leveraging the **ReferenceEnergyCurve** message. Different resource types, based on the established business rules, will submit varying types of data in this flexible message structure. The message can be utilized for a wide range of information including energy consumption levels, energy production levels, offset load levels, and estimated historical usage levels.

7.7 Evaluate

The "Evaluate" exchange consists of a single message originating at the Operator Role and terminating at the Resource Role, leveraging the **ReferenceEnergyCurve** message. This message represents the logical response to the "Report" exchange, providing the results of procedures that evaluate the resource's performance to the dispatch. It is anticipated that information exchanged during the "Evaluate" phase would be the basis for resource compensation calculations.

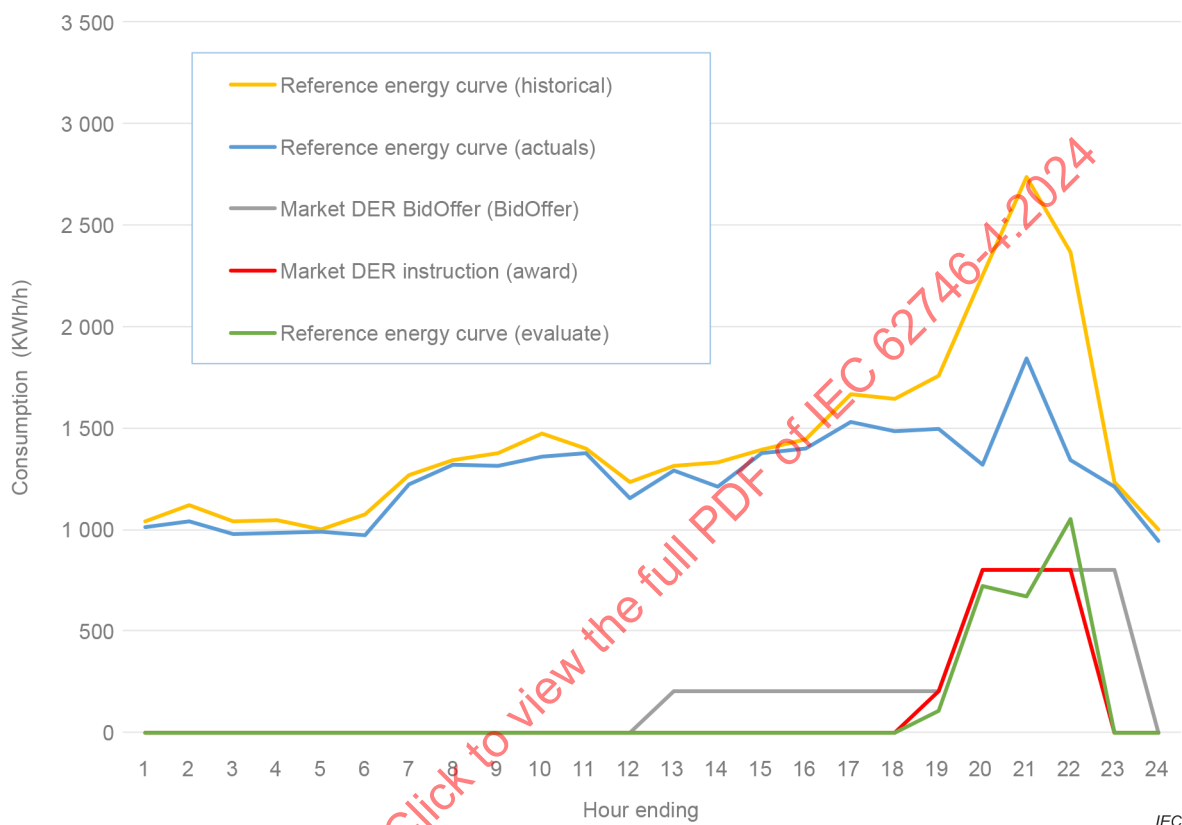


Figure 36 – Examples of Energy Values for Demand Response Exchanges

NOTE The sample XML provided in Annex C includes the Usage Actuals (blue line) and the Reduction Evaluation (green line).

Annex A (informative)

Use case: Incentive-based building energy management

A.1 Overview

This Annex describes the application of this document to the emerging demand response incentive programs defined in early Japanese National Projects². The use case involves a collection of buildings, or District, which has variable demand. Most commonly heating and cooling controls can be used to alter electricity usage, but other sources such as controllable lighting and time-shifting water heating are also prime candidates. This use case is based on JWG2000 entitled "Demand Supply Adjustment" and JWG2002 entitled "Simplified version of Energy Management of Groups of Building in the District (Model 3-Simplified)", as published in IEC TR 62746-2:2015.

While the cases of a single building directly participating in the market (no District aggregation) and of multiple levels of aggregation are important, this Annex focuses on the most likely configuration of a single level of aggregation. In this scenario, there are three human actors and three system actors.

- A Demand-Side Resource Manager, interacting through a Service Procurement System (SPS)
- A Building Group Manager, interacting through an Aggregator Energy Management System (AEMS)
- A Building Manager, interacting through a Customer Energy Management System (CEMS)

Below the CEMS are devices in each building, perhaps controlled through the Device Controller.

A.2 Objectives

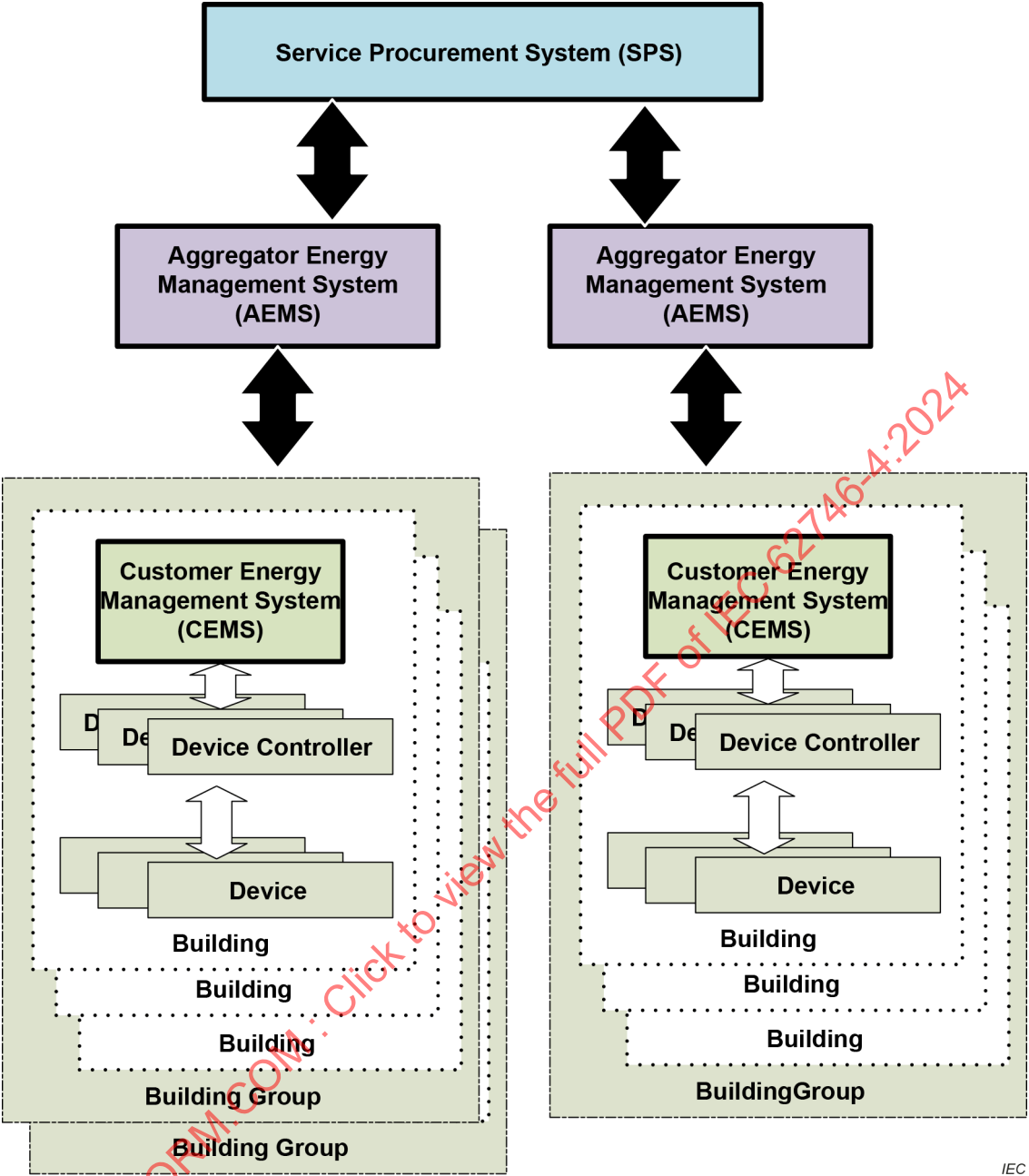
Figure A.1 shows a configuration example of Demand-Side Resource. This configuration includes a Service Procurement System (SPS), which is a grid operator level system used to procure energy savings of Buildings/Building Groups, an Aggregated Energy Management System (AEMS) which delivers energy savings at Building Group level, and a Customer Energy Management System (CEMS), which delivers energy savings at Building level.

A Building, in which Devices are controlled by CEMS and potentially Device Controller(s), is considered as a DER (Distributed Energy Resource). A building group, which is assembled based on contractual agreements, is considered as a DER Group and managed via the AEMS.

In practice, the single SPS communicates with multiple AEMSs, which in turn control multiple Building Groups. Note that there are many protocols for the communication between individual CEMSs, Device Controllers, and individual Devices (shown by white arrows).

This use case shows communications for negotiation on energy consumption among SPS, Building groups and Buildings (shown as black arrows in Figure A.1) based on price. In case of severe emergency, assigned energy consumption to each Building might be changed followed by the criticality of each Building Group.

² Study of generic use cases in Japan and standardization activities, 2014 IEE-Japan Industry Applications Society Conference.



IEC

Figure A.1 – A configuration example of demand-side resource

A.3 Actors

Table A.1 shows the actors in this use case.

Table A.1 – Actors in this use case

Actor name	Actor description
Service Procurement System (SPS)	A collection of hardware and/or software component which together procure services to make the electrical grid more reliable and/or less costly.
Demand-Side Resource Manager	A human who is responsible for maintenance of Demand Side Resources (DER Groups and DERs) to make the electrical grid more reliable and/or less costly.
Aggregator Energy Management System (AEMS)	A collection of hardware and/or software components which together act as an intermediary between a Service Procurement System and multiple Customer Energy Management Systems.
Building Group Manager	A human who is responsible for maintenance of Building Group.
Customer Energy Management System (CEMS)	A collection of hardware and/or software components which together coordinate the electricity usage and production among various Distributed Energy Resources
Building Manager	A human who is responsible for operation of DER constructed from Devices located in a Building.
Device Controller	A collection of hardware and/or software components which control an load, generator or storage device within Building, It is assumed that Device Controller has its own method / protocol to control the Devices (e.g. FSGIM, KNX, ECHONET, etc.) in order to keep compatibility with devices which had been already installed.
Device	A controllable load, generator and/or storage

A.4 Process overview

This use case shows how energy consumption is negotiated among the grid, Building Groups and Building based on electricity price and how energy consumption is reduced drastically in case of severe emergency, while respecting the criticality for each Building. Figure A.2 shows the entire use case.

At the start of energy consumption control service, the Demand-Side Resource Manager, Building Group Manager and Building Manager set pre-setup conditions for SPS, AEMS and CEMS respectively.

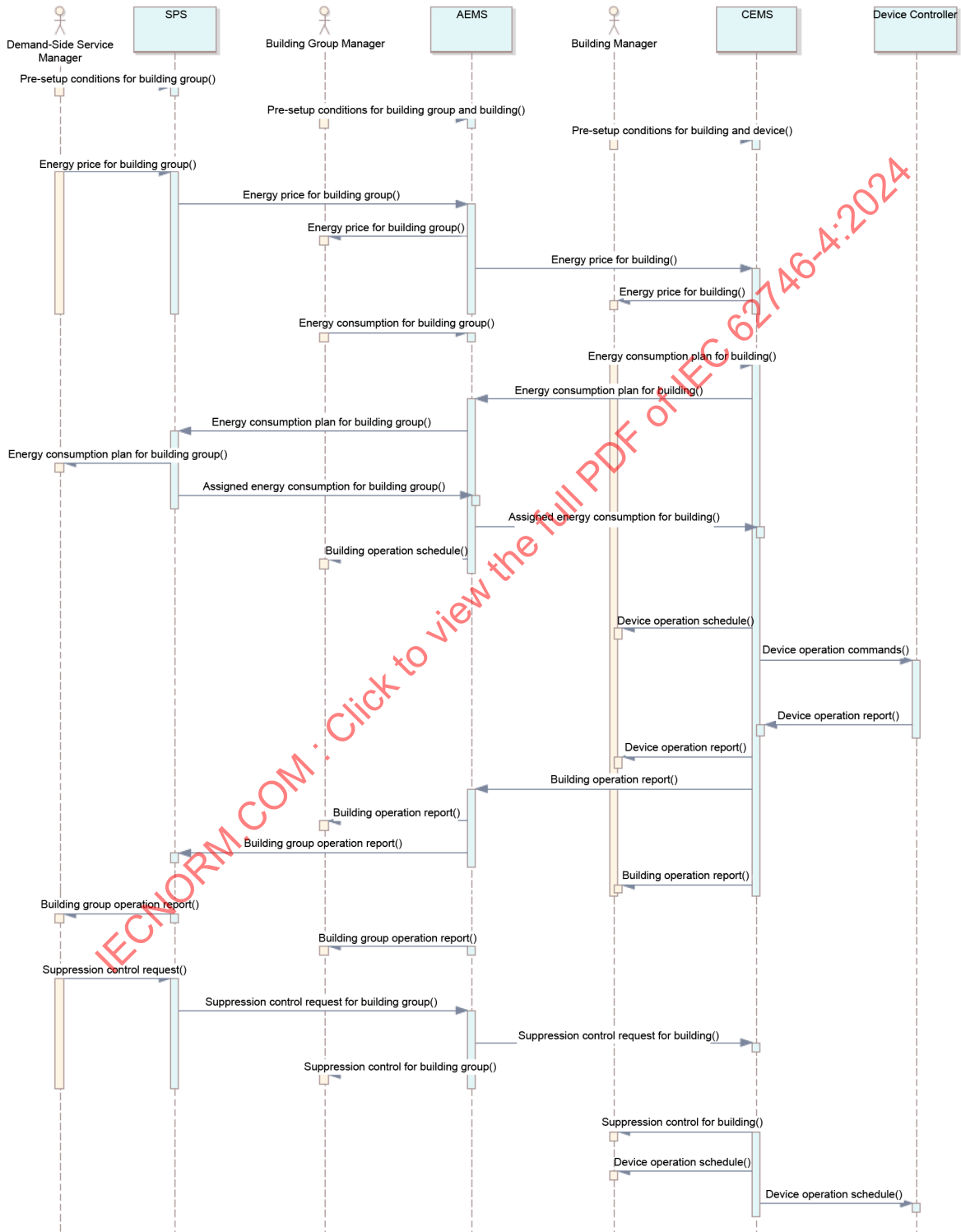
As a first step of energy consumption control service, the SPS notices the price to the CEMS through the AEMS. Each CEMS and AEMS makes the energy consumption plan of each Building Group and Building under the noticed price.

After that, the CEMS sends the energy consumption plan to the corresponding AEMS. The AEMS calculates the energy consumption plan of the Building Group by aggregating the energy consumption of all Buildings belonging to the Building Group. The AEMS sends the energy consumption plan to the SPS.

The SPS examines the energy consumption of each Building Group and decides the assignment of energy consumption to each Building Group and sends it to the corresponding Building Group. The AEMS decomposes the assignment consumption and sends it to the corresponding CEMS. The CEMS controls the Device controller in order to adjust energy consumption to the noticed Assignment.

At the end of the control period for energy consumption control, the Device Controller sends a Device Operation Report to the CEMS. The CEMS aggregates of the report for each device and makes a "Building Operation Report" of Building. The CEMS sends it to the AEMS. The AEMS aggregated it for each Building and makes a "Building Group Operation Report". The AEMS sends it to the SPS. Finally, the SPS knows the operation status of the Building Group by checking the Building Group Operation Report which comes from the corresponding AEMS.

When the SPS executes energy suppression control emergently, the SPS sends a request for Energy consumption under suppression control to the AEMS. The AEMS decomposes that to each DER and sends it to the corresponding CEMS. This decomposition will be done based on the criticality of the DER. Here "Criticality for the DER" is a level value according to the type of DER (hospital, office, etc.) and shows the priority of energy supply.



IEC

Figure A.2 – The whole view of this use case

A.5 Process details

A.5.1 Pre-setup condition notification

In this use case, it is assumed there are contracts between Grid and Building Groups as well as Building Group and Buildings, which specify the capabilities such as maximum rate of change and reduction potential for Demand Response Service, for example maximum capacity of energy consumption of Building Group and Building, etc.

It is assumed that the Demand-Side service Manager, Building group manager and Building manager communicate with each other and enter into an agreement with these parameters. According to the agreement, these Managers set these parameters to the SPS, AEMS and CEMS, respectively. The message sequence chart for this use case is shown in Figure A.3.

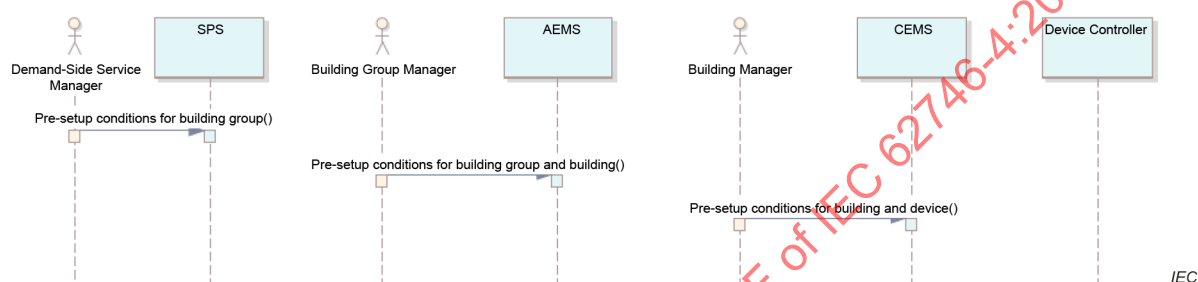


Figure A.3 – Pre-setup condition notification

At this step, the Demand Side Service Manager, Building Group Managers and Building Manager may set a baseline for "Delta" (energy reduction) based services (e.g. Negawatt, Incentive based DR)

Table A.2 shows information exchanged in pre-setup condition notification.

Table A.2 – Information Exchanged in Pre-setup condition notification

Name of information	Description of information exchanged	Requirements to information data
Pre-setup condition for Building Group	Information to manage Energy Consumption of Building Group	- Contract information for the Building Group - Weather forecast - Baseline / Estimated Value for the Building Group
Pre-setup condition for Building	Information to manage Energy Consumption of Building	- Contract information for the Building - Location of the Building - Criticality of the Building - Weather forecast - Baseline / Estimated Value for the Building
Pre-setup condition for Device	Information to manage Energy Consumption of Device	- Location of the Device within the Building - Control Protocol for the Device (FSGIM, KNX, etc.) - Baseline / Estimated Value for the Device

A.5.2 Price notification and energy consumption plan notification

The next step is to make an energy consumption plan for each Building and Building Group under a certain price.

Figure A.4 shows a sequence chart for this step. The Demand Side Service Manager decides the Energy Price for each Building Group. The Demand Side Service Manager then notices the Price to the Building Group Manager through the SPS and AEMS.

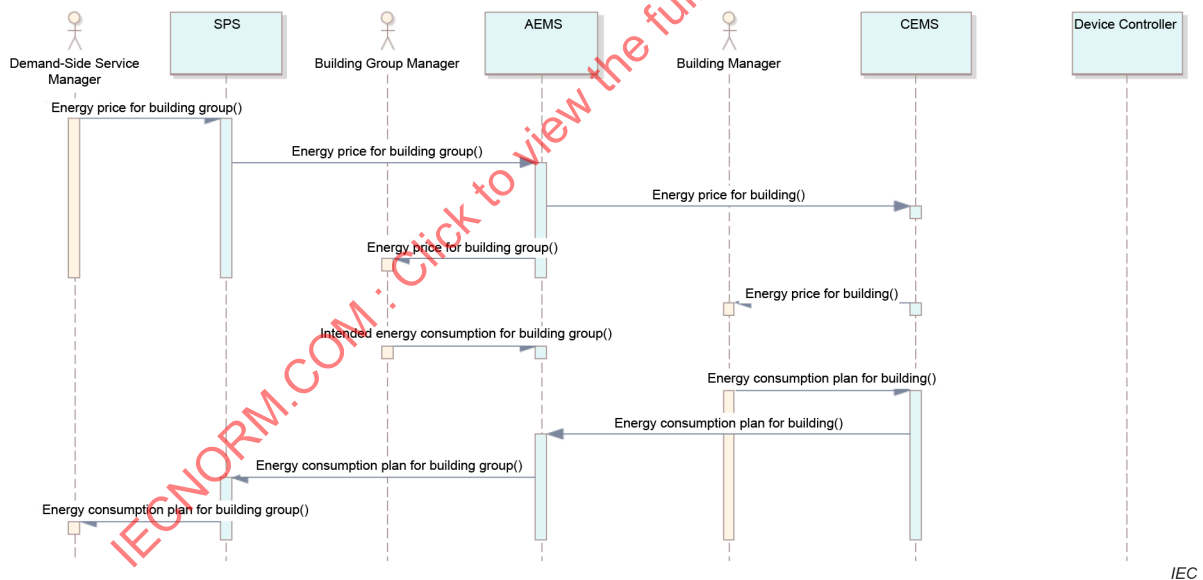
The Building Group Manager decides the Energy Price of each Building. The Building Group Manager then notices the Energy Price to the Building Manager through the AEMS and CEMS.

After that, each Building Manager makes the energy consumption plan under the given energy price. After that the Building Manager sends it to the AEMS.

The Building Group Manager also decides the intended energy consumption plan under the given Energy Price and sends it to the AEMS.

After receiving the energy consumption plan from all Buildings which are connected to the AEMS, the AEMS calculates aggregated energy consumption plan for this Building Group. If the aggregated energy consumption plan is less than the intended energy consumption plan, the AEMS notices it to the Demand-Side Service Manager through the SPS.

Table A.3 shows information exchanged at this step.



IEC

Figure A.4 – Price notification and energy consumption plan notification

Table A.3 – Information exchanged in price notification and energy consumption plan notification

Name of information	Description of information exchanged	Requirements to information data
Energy Price for Building Group	Time series of price for energy for Building Group	Time series of price for energy consumption, (price/Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)
Energy Price for Building	Time series of price for energy for Building	Time series of price for energy consumption, (price/Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)
Intended Energy consumption	Time series of energy consumption and in the future (e.g. day ahead, week ahead, etc.) which is set by Building Group Manager as the control target under the given incentive / price.	Time series of Energy (Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)
Energy consumption plan for Building	Time series of energy in the future (e.g. day ahead, week ahead, etc.) for the building under the given incentive / price.	Time series of Energy (Wh), Power (W) and emission quantity of CO ₂ (gram) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)
Energy consumption plan for Building Group	Time series of energy consumption in the future (e.g. day ahead, week ahead, etc.) for the Building Group, which is made from Energy consumption plans of all Buildings within the Building Group.	Time series of Energy (Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)

A.5.3 Energy consumption assignment

In the next step, energy consumptions for Building Groups and Buildings are assigned. Figure A.5 shows a sequence chart for this step. By referring to the Energy consumption plan for a Building Group, the SPS assigns energy consumption to each Building Group and notices it to the AEMS. The AEMS assigns energy consumption to each Building by referring to the Energy consumption plan for the building and notices it to the CEMS. The AEMS also notices it to the Building Group Manager for reference.

The CEMS makes an operation plan for each Device according to the assigned energy consumption. The CEMS sends it to the Building Manager for reference. This operation plan will be used to control each Device when the start time of the control comes (e.g. after one day, etc.).

Table A.4 shows information exchanged at this step.

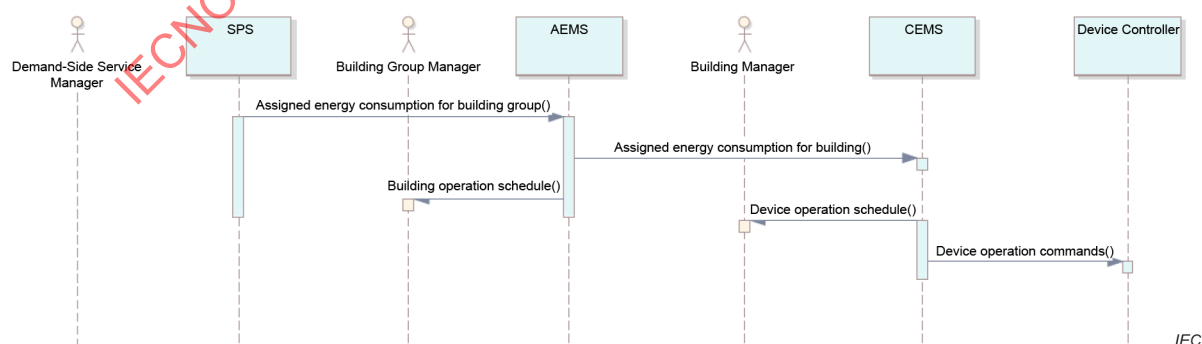
**Figure A.5 – Energy consumption assignment**

Table A.4 – Information exchanged in energy consumption assignment

Name of information	Description of information exchanged	Requirements to information data
Assigned Energy consumption for Building Group	Time series of energy consumption in the future (e.g. day ahead, a week ahead, etc.), which is assigned by SPS to each Building Group.	Time series of Energy (Wh), per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)
Assigned Energy Consumption for Building	Time series of energy consumption in the future (e.g. day ahead, a week ahead, etc.), which is assigned by AEM to each Building	Time series of Energy (Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)
Device Operation Commands	Time series of Device control commands which controls devices in the building	[Use appropriate method / protocol e.g. FSGIM, KNX, etc.]
Building Operation Schedule	Time series of energy consumption in the future (e.g. day ahead, a week ahead, etc.) for each Building within the Building Group	Time series of Energy (Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)
Device Operation Schedule	Time series of energy consumption in the future (e.g. day ahead, a week ahead, etc.) for each Device within the Building	Time series of Energy (Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)

A.5.4 Operation report

At the end of the period for energy consumption control, an operation report for the Building Group is made and reported to the Demand-side Service Manager.

Figure A.6 shows the sequence chart of this step.

The Device Controller sends the Device Operation Report to the CEMS. The CEMS aggregates the report for each device and makes a Building Operation Report of the Building. The CEMS sends it to the AEMS.

Then the AEMS aggregates this for each Building and makes a Building Group Operation Report. The AEMS sends this report to the Demand-side service manager through the SPS.

Table A.5 shows information exchanged at this step.

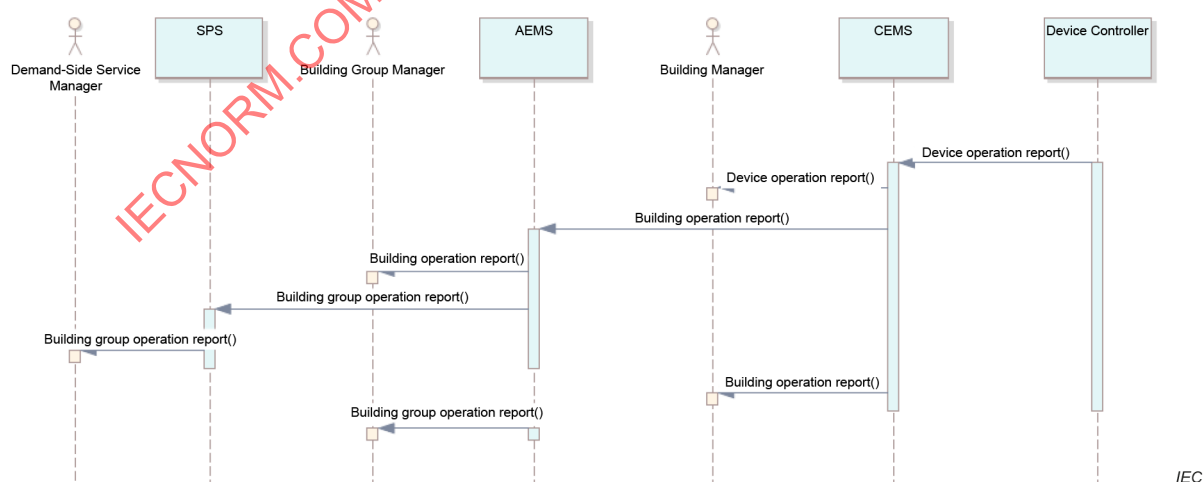


Figure A.6 – Operation report

Table A.5 – Information exchange in operation report

Name of information	Description of information exchanged	Requirements to information data
Device Operation Report	Time series of Device events which shows Energy consumption of each Device	[Use appropriate method/protocol e.g. FSGIM, KNX, etc.]
Building Operation Report	Operation report of energy consumption control at Building.	Time series of Energy (Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.).
Building Group Operation Report	Operation report of energy consumption control at Building Group.	Time series of Energy (Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.).

A.5.5 Suppression control

If severe disaster happens and the grid is unable to keep usual operation, the Demand-side service manager may request a lower level of energy Consumption to Building Groups and Buildings.

Figure A.7 shows the sequence chart of this step.

On the request from the Demand-side service manager, the suppression control is started. The SPS makes a Suppression Control request of each Building Group. Then the SPS sends this report to the corresponding AEMS. The AEMS decomposes the Suppression Control request and makes a Suppression Control request of each Building within the Building Group. This is done by checking criticality within pre-setup condition for the Building on the AEMS. The AEMS sends a Suppression Control request of the building to the corresponding CEMS. The AEMS may inform the Building Group Manager as reference.

When receiving a Suppression Control request of the Building, the CEMS updates the Device Operation Schedule for each device within the building. The CEMS may inform the Building Manager. After this, the CEMS changes the Device Operation Commands of each device in order to adjust the required energy consumption.

Table A.6 shows information exchanged at this step

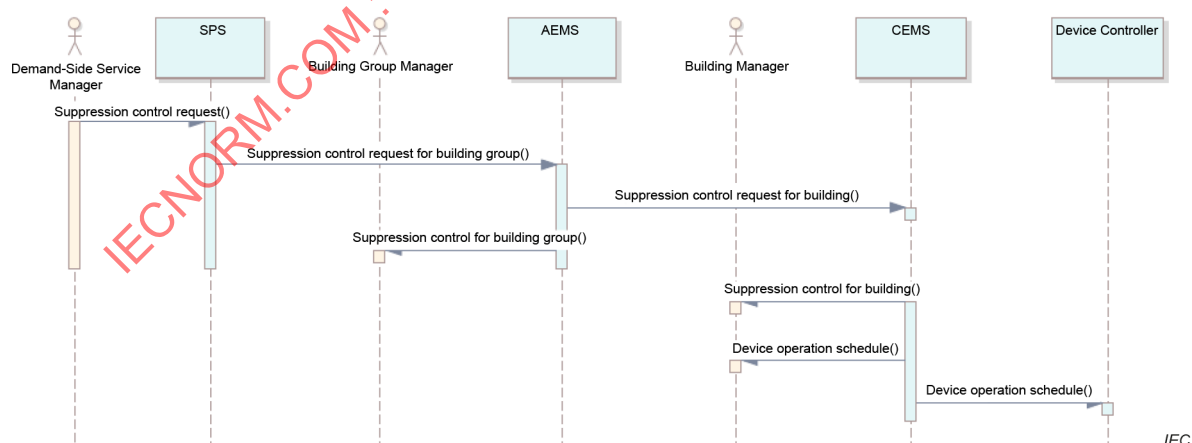
**Figure A.7 – Suppression control**

Table A.6 – Information exchanged in suppression control

Name of information	Description of information exchanged	Requirements to information data
Suppression Control request for Building Group	Time series of energy consumption requirement to Building Group given by SPS.	Time series of Energy (Wh) unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)
Suppression request for Building	Time series of energy consumption to Building given by AEMS.	Time series of Energy (Wh) per unit time period (e.g. 30 min, 15 min, etc.)

A.6 Possibilities for control parameters

The control parameter of the use case described here is energy consumption. The following are candidates for control parameters.

- Time series of energy generation (Wh)
- Time series of power consumption (W)
- Time series of power generation (W)
- Time series of CO₂ emission (gram)

The following are candidates for control parameters for "delta" based services.

- Time series of energy consumption reduction (Wh)
- Time series of energy generation reduction (Wh)
- Time series of power consumption reduction (W)
- Time series of power generation reduction (W)
- Time series of CO₂ emission reduction (gram)

In the case of the "delta" based services, "incentive" might be used instead of "price". Also, at "pre-setup condition notification" step, a baseline/initial operation plan for energy / power consumption / generation or CO₂ emission should be set to the SPS/AEMS/CEMS as the base of "delta".

A.7 Implementation using CIM Profiles defined in this document

CIM Profiles defined in this document may be used to implement this use case. Mapping from objects/messages in this use case to the CIM Profiles in this document is shown in Table A.7.

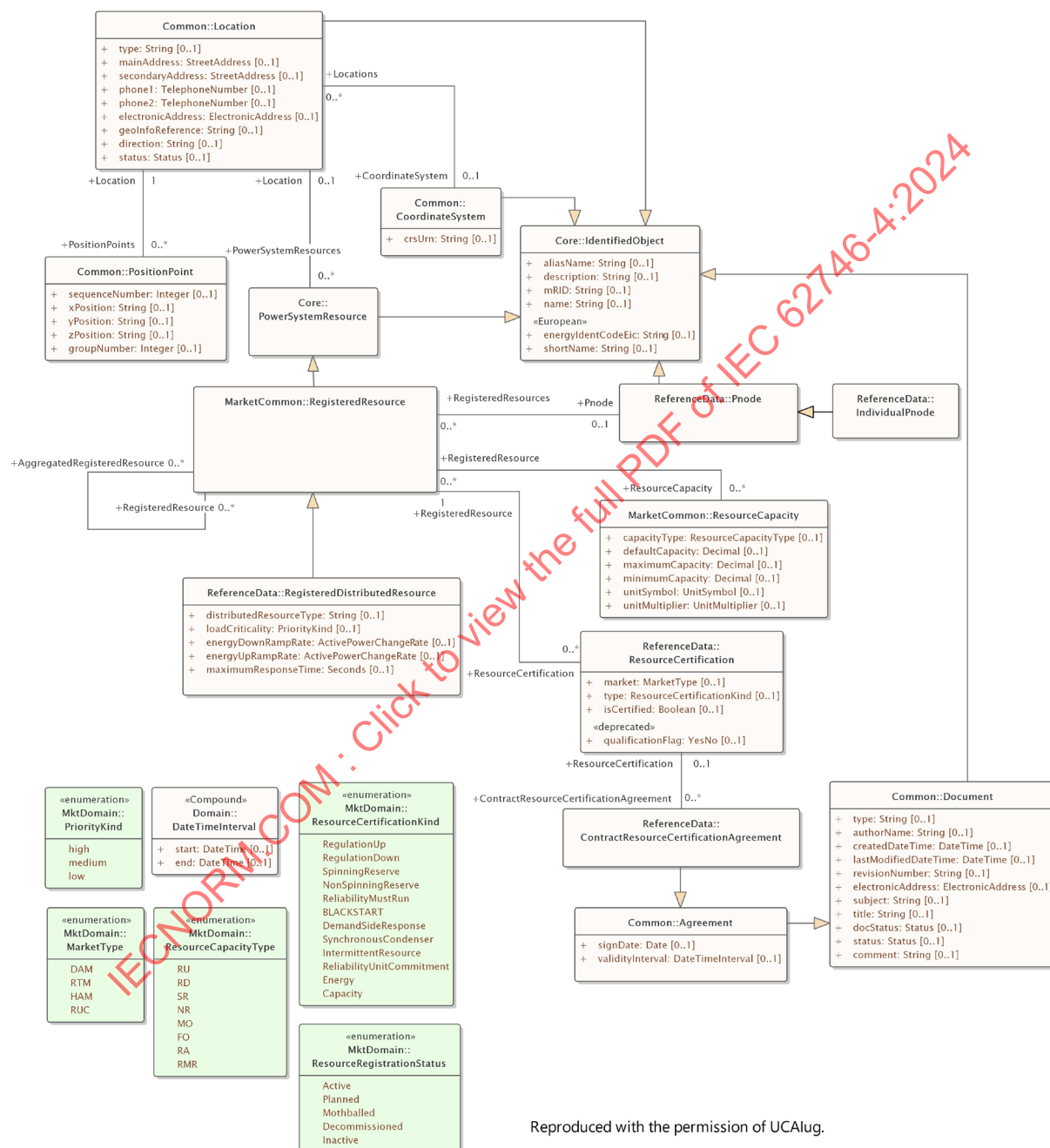
Table A.7 – Mapping messages from this use case to CIM Profile

Object/Message in this use case	CIM Profile used in an implementation
Building	MarketDER
Building Group	MarketDER
Baseline / Initial Operation Plan setting in "Pre-setup condition"	ReferenceEnergyCurve (Historical)
Price / Incentive Notification	CommodityPriceExchange
Energy / Power Consumption / Generation Plan Notification	MarketDERBidOffer (Self-Schedule)
Energy / Power Consumption / Generation Assignment	MarketDERInstruction
Building Group / Building Operation Report	ReferenceEnergyCurve (Actuals)
Suppression Control Request	MarketDERInstruction

Annex B (normative)

Profile UML diagrams

Figure B.1 shows the model upon which the **MarketDER** profile is based.

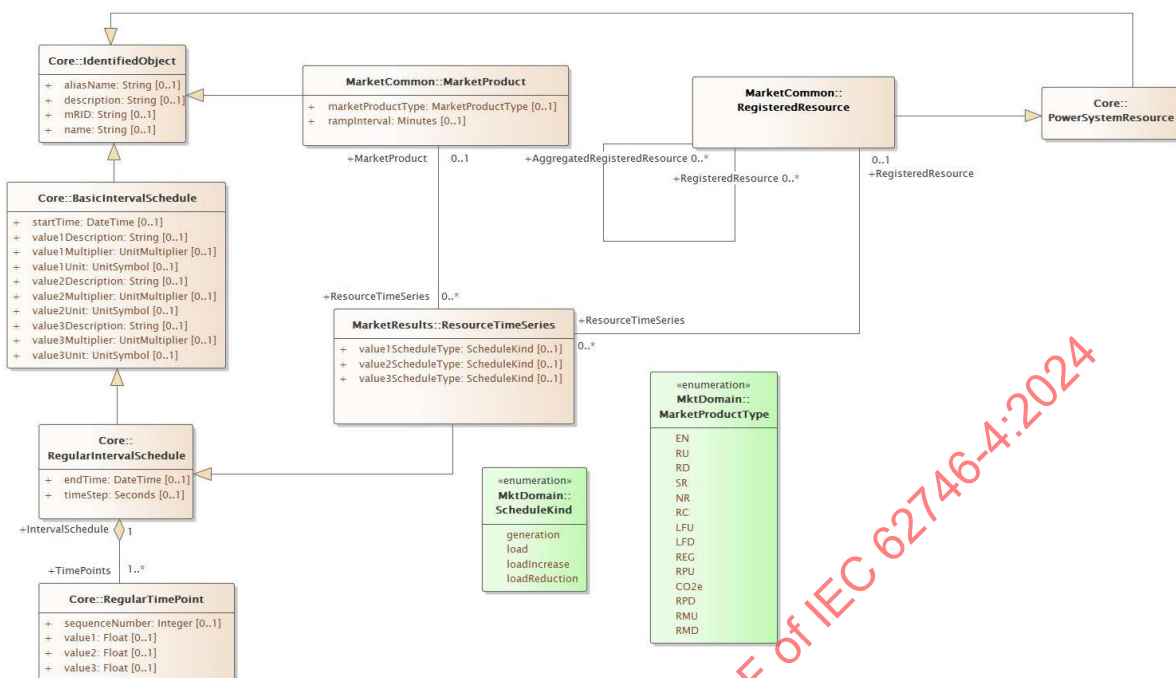


Reproduced with the permission of UCAIug.

Reproduced with the permission of UCAIug

Figure B.1 – MarketDER

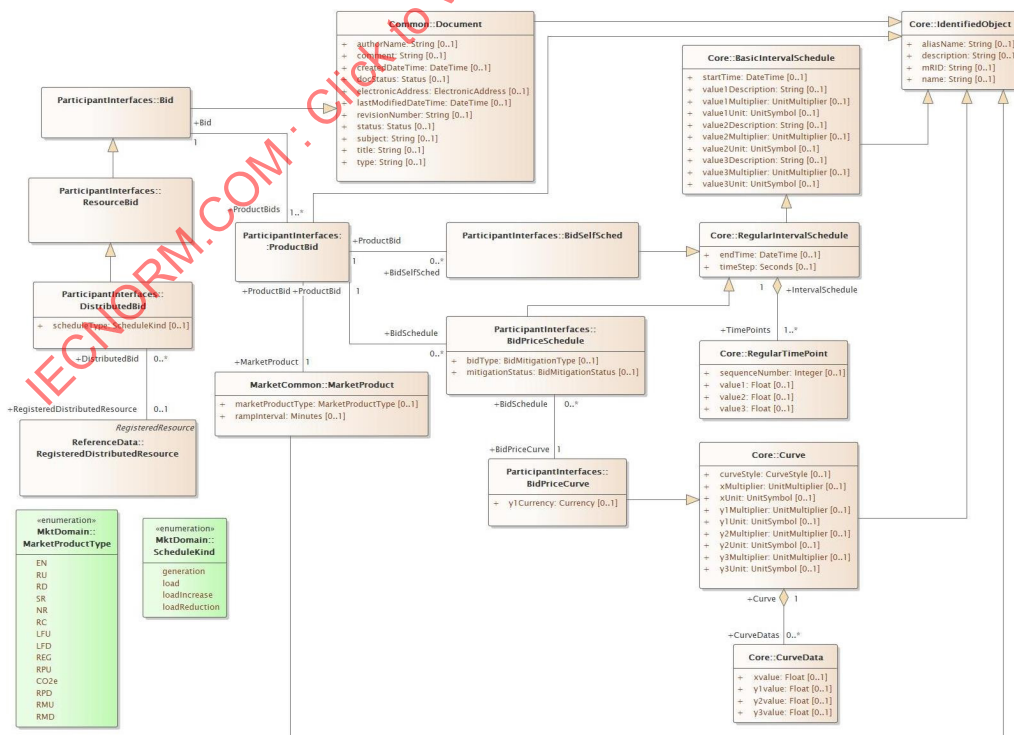
Figure B.2 shows the model upon which the **ReferenceEnergyCurve** profile is based.



Reproduced with the permission of UCAIug

Figure B.2 – ReferenceEnergyCurve

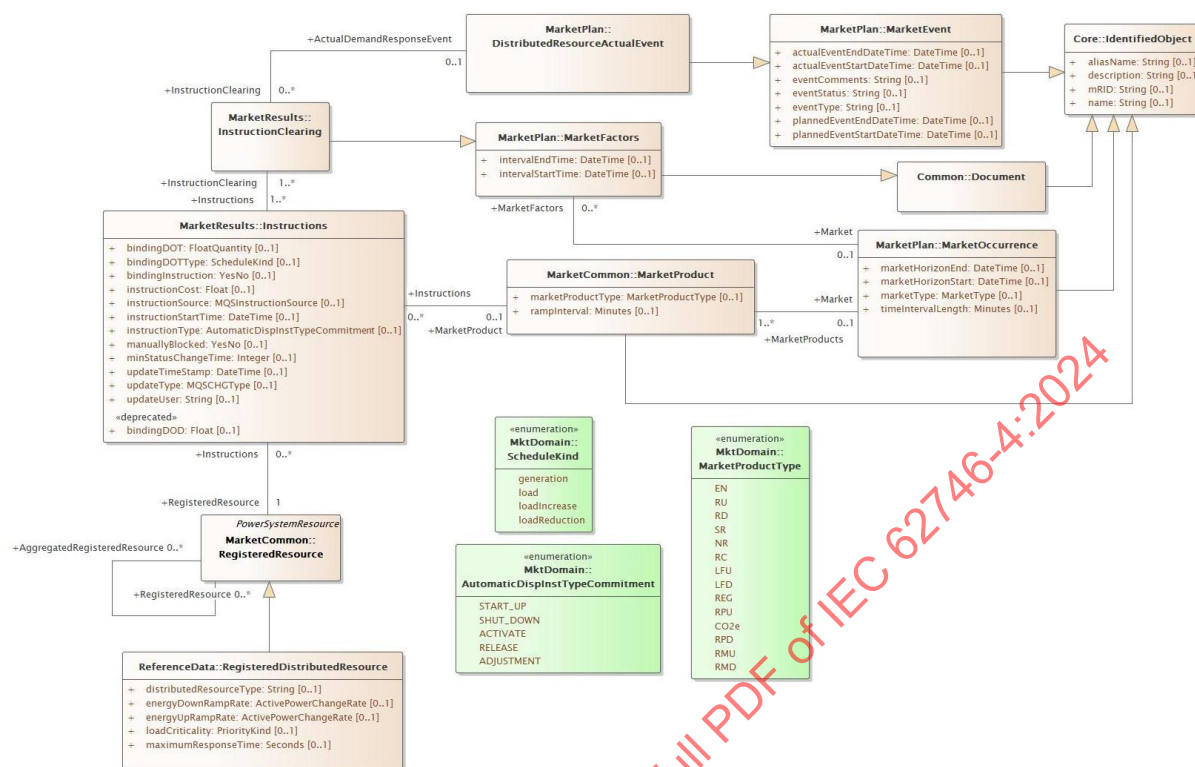
Figure B.3 shows the model upon which the **MarketDERBidOffer** profile is based.



Reproduced with the permission of UCAIug

Figure B.3 – MarketDERBidOffer

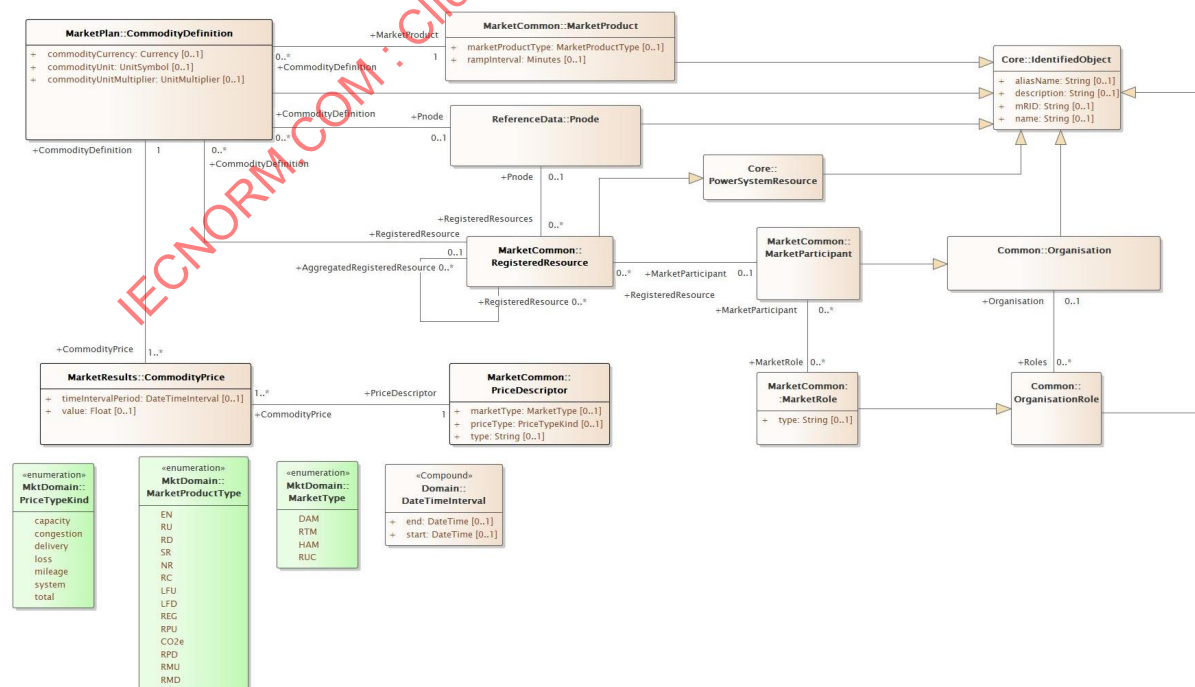
Figure B.4 shows the model upon which the **MarketDERInstruction** profile is based.



Reproduced with the permission of UCAIug

Figure B.4 – MarketDERInstruction

Figure B.5 shows the model upon which the **CommodityPriceExchange** profile is based.



Reproduced with the permission of UCAIug

Figure B.5 – CommodityPriceExchange

Annex C (normative)

XML schemas

MarketDER Schema:

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_MarketDERXSD

ReferenceEnergyCurve Schema:

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_ReferenceEnergyCurveXSD

MarketDERBidOffer Schema:

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_MarketDERBidOfferXSD

MarketDERInstruction Schema:

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_MarketDERInstructionXSD

CommodityPriceExchange Schema:

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_CommodityPriceExchangeXSD

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62746-4:2024

Annex D (informative)

Sample XML

MarketDER sample XML:

The following sample describes a 10 kW battery registered to provide Spinning Reserve service in the day-ahead market and Energy in the real-time market. The resource has a 100 kW/s ramp rate with a response time to a signal of 120 seconds.

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_Sample-MarketDERXML

ReferenceEnergyCurve sample XML:

The following sample describes a set of 24 energy values, one for "Usage Actual" and another for "Reduction Evaluation."

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_Sample-ReferenceEnergyCurveXML

MarketDERBidOffer sample XML:

The following sample describes a set of three different price/quantity offer blocks for energy, 100 kWh @ 10 €/kWh, 200 kWh @ 20 €/kWh, and 300 kWh @ 50 €/kWh, submitted a load reduction.

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_Sample-MarketDERBidOfferXML

MarketDERInstruction sample XML:

The following sample describes a planned demand reduction with three sequential instructions: a load reduction activation, followed by an adjustment to the setpoint, and concluded with a release of the resource marking the end of the event.

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_Sample-MarketDERInstructionXML

CommodityPriceExchange sample XML:

The following sample describes published energy prices at the "Central Trading Hub"; a value of 23,34 €/MWh cleared in the day-ahead market and a value of 24.56 €/MWh cleared in the real-time market.

https://hdl.handle.net/20.500.14284/DemandSideResourceInterfaceV1_Sample-CommodityPriceExchangeXML

Bibliography

IEC 61968-11, *Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 11: Common information model (CIM) extensions for distribution*

IEC 61968-100, *Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management – Part 100: IEC implementation profiles for application integration*

IEC 61970-301, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base*

IEC 61970-552, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 552: CIMXML Model exchange format*

IEC 62325-301, *Framework for energy market communications – Part 301: Common information model (CIM) extensions for markets*

IEC 62361-100, *Power systems management and associated information exchange Interoperability in the long term – Part 100: CIM profiles to XML schema mapping*

IEC TS 62746-3, *Systems interface between customer energy management system and the power management system – Part 3: Architecture*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62746-4:2024

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62746-4:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	81
INTRODUCTION.....	83
1 Domaine d'application	84
2 Références normatives	84
3 Termes, définitions et acronymes	84
3.1 Termes et définitions	84
3.2 Acronymes	86
4 Modèles de référence et d'informations	86
4.1 Approche générale.....	86
4.2 Modèle de communication de référence	88
4.3 Modèle d'information.....	90
4.3.1 Généralités	90
4.3.2 Modélisation des ressources.....	91
4.3.3 Modélisation de l'emplacement des ressources	92
4.3.4 Modélisation de la capacité et de la qualification des ressources	94
4.3.5 Modélisation du programme énergétique	95
4.3.6 Modélisation des tentatives de prise/offres	97
4.3.7 Modélisation de la distribution	99
4.3.8 Modélisation des marchandises et des prix.....	99
5 Modélisation de base et énumérations partagées	101
5.1 Identificateurs de ressources maîtres	101
5.2 Classes de types complexes	102
5.2.1 Généralités	102
5.2.2 Types complexes avec grandeur, symboles d'unité et multiplicateurs d'unité	102
5.2.3 Type complexe TimeInterval.....	103
5.2.4 Type complexe Status	103
5.2.5 Types complexes StreetAddress, StreetDetail et TownDetail	104
5.2.6 Types complexes ElectronicAddress et TelephoneNumber	105
5.2.7 Classes Document et Agreement.....	105
5.2.8 Classes Location, CoordinateSystem et PositionPoint	106
5.3 Types de données partagés	107
6 Profils de messages	113
6.1 Généralités	113
6.2 Profil DER du marché	113
6.2.1 Généralités	113
6.2.2 Applications	113
6.2.3 Schéma	113
6.3 Profil de la courbe énergétique de référence.....	117
6.3.1 Généralités	117
6.3.2 Applications	118
6.3.3 Schéma	118
6.4 Profil de la courbe des tentatives de prise/offres.....	121
6.4.1 Généralités	121
6.4.2 Applications	121
6.4.3 Schéma	122

6.5	Profil de distribution	127
6.5.1	Généralités	127
6.5.2	Applications	127
6.5.3	Schéma	127
6.6	Profil d'échange de prix des marchandises	130
6.6.1	Généralités	130
6.6.2	Applications	130
6.6.3	Schéma	130
7	Séquences de messages	132
7.1	Généralités	132
7.2	Inform	134
7.3	Incentivise	134
7.4	Plan	134
7.5	Schedule	134
7.6	Report	135
7.7	Evaluate	135
Annexe A (informative) Cas d'utilisation: Gestion de l'énergie des bâtiments en fonction des mesures d'encouragement		136
A.1	Vue d'ensemble	136
A.2	Objectifs	136
A.3	Acteurs	137
A.4	Vue d'ensemble du processus	138
A.5	Détails du processus	141
A.5.1	Notification des conditions préalables à la configuration	141
A.5.2	Notification du prix et notification du plan de consommation d'énergie	142
A.5.3	Attribution de la consommation d'énergie	143
A.5.4	Rapport opérationnel	144
A.5.5	Contrôle de suppression	145
A.6	Possibilités de paramètres de contrôles	146
A.7	Mise en œuvre à l'aide des profils CIM définis dans le présent document	147
Annexe B (normative) Schémas UML des profils		148
Annexe C (normative) Schémas XML		151
Annexe D (informative) Modèle XML		152
Bibliographie		153
Figure 1 – Représentation de l'IEC 62746-4		87
Figure 2 – Modèle logique des communications SPS-CEMS		88
Figure 3 – Modèle logique des communications SPS-AEMS-CEMS		89
Figure 4 – Exemple d'agrégateurs "empilés"		90
Figure 5 – Modèle de ressource		91
Figure 6 – Modèle d'emplacement		92
Figure 7 – Mapping des nœuds		93
Figure 8 – Connectivité et tarification/Nœuds et zones		94
Figure 9 – Modèle de capacité et de qualification		95
Figure 10 – Modèle de programme énergétique		96
Figure 11 – Sensibilité aux prix et programme libre		98
Figure 12 – Tentatives de prise/offres sensibles aux prix		98

Figure 13 – Modèle de distribution	99
Figure 14 – Modèle de marchandise	100
Figure 15 – Modèle de prix	101
Figure 16 – Schéma MarketDER	114
Figure 17 – Sous-schéma ResourceCapacity	116
Figure 18 – Sous-schéma ResourceCertification	117
Figure 19 – Schéma de la courbe énergétique de référence	118
Figure 20 – Sous-schéma ResourceTimeSeries	119
Figure 21 – Sous-schéma TimePoints	121
Figure 22 – Schéma de la courbe des tentatives de prise/offres	122
Figure 23 – Sous-schéma ProductBid	123
Figure 24 – Sous-schéma des tentatives de prise/offres sensibles aux prix	123
Figure 25 – Sous-schéma BidPriceCurve	124
Figure 26 – Sous-schéma CurveDatas	125
Figure 27 – Sous-schéma BidSelfSched	125
Figure 28 – Sous-schéma TimePoints	126
Figure 29 – Schéma MarketDERInstruction	127
Figure 30 – Sous-schéma DistributedResourceActualEvent	128
Figure 31 – Sous-schéma InstructionClearing	129
Figure 32 – Sous-schéma MarketOccurrence	130
Figure 33 – Schéma CommodityPriceExchange	131
Figure 34 – Schéma CommodityPrice	132
Figure 35 – Diagramme de séquence	133
Figure 36 – Exemples de valeurs d'énergie pour les échanges de réponse à la demande	135
Figure A.1 – Exemple de configuration d'une ressource côté demande	137
Figure A.2 – Vue d'ensemble de ce cas d'utilisation	140
Figure A.3 – Notification des conditions préalables à la configuration	141
Figure A.4 – Notification du prix et notification du plan de consommation d'énergie	142
Figure A.5 – Attribution de la consommation d'énergie	143
Figure A.6 – Rapport opérationnel	144
Figure A.7 – Contrôle de suppression	145
Figure B.1 – MarketDER	148
Figure B.2 – ReferenceEnergyCurve	149
Figure B.3 – MarketDERBidOffer	149
Figure B.4 – MarketDERInstruction	150
Figure B.5 – CommodityPriceExchange	150
Tableau 1 – Liste des acronymes	86
Tableau 2 – Attributs d'IdentifiedObject	102
Tableau 3 – Attributs de FloatQuantity	102
Tableau 4 – Attributs d'ActivePowerChangeRate	102
Tableau 5 – Attributs de Seconds	103

Tableau 6 – Attributs de Minutes.....	103
Tableau 7 – Attributs de DateTimeInterval	103
Tableau 8 – Attributs de Status	103
Tableau 9 – Attributs de StreetAddress.....	104
Tableau 10 – Attributs de StreetDetail	104
Tableau 11 – Attributs de DownDetail	105
Tableau 12 – Attributs de ElectronicAddress.....	105
Tableau 13 – Attributs de TelephoneNumber	105
Tableau 14 – Attributs de Document	106
Tableau 15 – Attributs d'Agreement	106
Tableau 16 – Attributs de Location.....	106
Tableau 17 – Attributs de CoordinateSystem	107
Tableau 18 – Attributs de PositionPoint	107
Tableau 19 – Types de données UnitSymbol et UnitMultiplier	108
Tableau 20 – Types de données Yes/No, Priority et Currency	108
Tableau 21 – Énumérations relatives au marché.....	109
Tableau 22 – Énumérations relatives aux prix.....	110
Tableau 23 – Énumérations relatives aux ressources.....	111
Tableau 24 – Énumérations relatives à la programmation	112
Tableau 25 – Attributs de MarketDER	115
Tableau 26 – Attributs de ResourceCapacity.....	116
Tableau 27 – Attributs de ResourceCertification	117
Tableau 28 – Attributs de ResourceTimeSeries.....	120
Tableau 29 – Attributs de TimePoints	121
Tableau 30 – Attributs de DistributedBid	122
Tableau 31 – Attributs de ProductBid	123
Tableau 32 – Attributs de BidSchedule	124
Tableau 33 – Attributs de BidPriceCurve.....	124
Tableau 34 – Attributs de CurveDatas.....	125
Tableau 35 – Attributs de BidSelfScheduleAttribute	126
Tableau 36 – Attributs de TimePoints	126
Tableau 37 – Attributs de DistributedResourceEventActual.....	128
Tableau 38 – Attributs d'InstructionClearing.....	129
Tableau 39 – Attributs de MarketOccurence.....	130
Tableau 40 – Attributs de CommodityPriceExchange	131
Tableau 41 – Attributs de CommodityPrice	132
Tableau A.1 – Acteurs de ce cas d'utilisation	138
Tableau A.2 – Informations échangées dans la notification des conditions préalables à la configuration	141
Tableau A.3 – Informations échangées dans la notification du prix et la notification du plan de consommation d'énergie.....	143
Tableau A.4 – Informations échangées dans le cadre de l'attribution de la consommation d'énergie	144
Tableau A.5 – Échange d'informations dans le rapport opérationnel	145

Tableau A.6 – Informations échangées dans le cadre du contrôle de suppression	146
Tableau A.7 – Mapping des messages de ce cas d'utilisation avec le profil CIM	147

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62746-4:2024

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INTERFACE ENTRE LE SYSTÈME DE GESTION DE L'ÉNERGIE
CÔTÉ CLIENT ET LE SYSTÈME DE GESTION DE PUISSANCE –****Partie 4: Interface de ressources côté demande****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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 62746-4 a été établie par le comité d'études 57 de l'IEC: Gestion des systèmes de puissance et échanges d'informations associés. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
57/2719/FDIS	57/2746/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62746, publiées sous le titre général *Interface entre le système de gestion de l'énergie côté client et le système de gestion de puissance*, se trouve sur le site web de l'IEC.

NOTE Les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- les classes UML sont notées en caractères gras italiques, par exemple ***RegisteredResource***;
- les attributs de classe UML sont notés en caractères italiques, par exemple *mRID*;
- les noms de profil de message sont notés en caractères gras, par exemple **MarketDER**.

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

INTRODUCTION

La série IEC 62746 définit les interfaces entre les systèmes des opérateurs de réseau et les systèmes situés sur les sites résidentiels, commerciaux et industriels des clients, souvent appelés systèmes de gestion de l'énergie côté client (CEMS, *Customer Energy Management Systems*). Ces interfaces sont documentées en détail dans l'IEC 62746-3.

Les ressources qui appartiennent au client peuvent être une combinaison de charge et de production qui répond aux signaux fournis par les opérateurs de réseau et/ou de marché. Ces ressources sont identifiées et gérées comme des ressources individuelles avec des capacités spécifiques, ou comme des ressources virtuelles avec un ensemble agrégé de capacités.

La série IEC 62746 décrit l'interface entre les systèmes de gestion de l'énergie côté client (CEMS) et les systèmes de gestion de réseaux, y compris ceux des opérateurs de réseaux de distribution et des opérateurs de réseaux de transport. Chaque CEMS est conçu pour contrôler les ressources associées à une installation résidentielle, commerciale ou industrielle, avec la possibilité d'une hiérarchie des systèmes de gestion de l'énergie.

L'objectif premier est de gérer la demande et de soutenir la maîtrise de la demande d'énergie; il est prévu que les développements ultérieurs incluent des ressources de stockage ainsi que des services de soutien du réseau issus de nouvelles ressources côté demande. L'interface s'applique à de nombreux types de communications, par exemple entre plusieurs agrégateurs ou entre un agrégateur et plusieurs clients. Les scénarios qui publient des limites d'importation et/ou d'exportation au sein de systèmes liés au marché ou d'un cadre de fiabilité opérationnelle, qui sont parfois appelés enveloppes opérationnelles, sont également pris en charge.

Le présent document décrit les profils CIM qui correspondent au cas d'utilisation décrit à l'Annexe A.

Des énoncés ont été ajoutés à certains tableaux, figures, schémas et énumérations tout au long du document pour indiquer qu'ils sont reproduits avec l'autorisation de l'UCA International User Group (UCAIug). Ces éléments sont issus du modèle d'information commun (CIM, *Common Information Model*).

INTERFACE ENTRE LE SYSTÈME DE GESTION DE L'ÉNERGIE CÔTÉ CLIENT ET LE SYSTÈME DE GESTION DE PUISSANCE –

Partie 4: Interface de ressources côté demande

1 Domaine d'application

La présente partie de la série IEC 62746 décrit les profils CIM pour l'interface de ressources côté demande et repose sur le cas d'utilisation donné à l'Annexe A du présent document.

Les schémas associés au présent document ont été générés à l'aide du CIM101 UML et utilisent le paquetage Market. Le présent document définit des profils qui viennent compléter ceux d'autres normes, à savoir l'IEC 61970, l'IEC 61968 et l'IEC 62325.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes, définitions et acronymes

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

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

3.1.1

agrégation

collecte des capacités de plusieurs ressources en une seule ressource virtuelle

Note 1 à l'article: Une utilisation courante de l'agrégation consiste à collecter de nombreuses petites ressources et à offrir leurs capacités à un marché sous la forme d'une seule ressource plus importante.

[SOURCE: IEC 62746-3:2015, 3.1.1]

3.1.2

agrégateur

partie qui contracte avec un certain nombre d'autres utilisateurs du réseau (par exemple consommateurs d'énergie), afin de combiner l'effet de charges plus faibles ou de ressources énergétiques décentralisées pour des actions comme la gestion de la demande ou pour les services auxiliaires

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-02-18]

3.1.3

système de gestion de l'énergie côté agrégateur

collection de composants matériels et/ou logiciels qui, ensemble, servent d'intermédiaire entre un système d'acquisition de services et plusieurs systèmes de gestion de l'énergie côté client

3.1.4**système de gestion de l'énergie côté client**

collection de composants matériels et/ou logiciels qui, ensemble, coordonnent l'utilisation et la production d'électricité entre plusieurs ressources énergétiques décentralisées

3.1.5**gestion de la demande**

action résultant du pilotage de la demande d'électricité en réponse aux conditions de la fourniture

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-04-16]

3.1.6**ressources énergétiques décentralisées**

générateurs (avec leurs matériels auxiliaires, de protection et de connexion), y compris les charges ayant un mode de production (comme par exemple les systèmes de stockage d'énergie électrique), reliés au réseau basse tension ou moyenne tension

Note 1 à l'article: La DER peut inclure des capacités de protection, de contrôle et de surveillance associées, et peut se composer d'unités de DER agrégées.

Note 2 à l'article: La DER peut également interagir avec l'EPS de zone (généralement un réseau de distribution) en fournissant de l'énergie au réseau de distribution, en adaptant son comportement en fonction des conditions du réseau de distribution et/ou en fournissant d'autres services associés au réseau de transport et de distribution.

[SOURCE: IEC 60050-617:2009, 617-04-20, modifié – notes tirées de l'IEC 61850-7-420:2021, 3.1.13]

3.1.7**rôle d'opérateur**

côté "supérieur" de la chaîne de communication DER, qui représente l'entité responsable de l'acquisition de services et de la distribution des contrôles opérationnels et des prix

3.1.8**rôle de ressource**

côté "inférieur" de la chaîne de communication DER, qui représente l'entité responsable de la fourniture de services et de la réponse aux contrôles opérationnels et aux prix

3.1.9**système d'acquisition de services**

collection de composants matériels et/ou logiciels qui, ensemble, acquièrent des services pour rendre le réseau électrique plus fiable et/ou moins coûteux

3.1.10**rôle technique**

rôle qui identifie les responsabilités associées à la participation aux échanges d'informations avec d'autres acteurs

Note 1 à l'article: Les acteurs définis par les cas d'utilisation ont des rôles assignés avec des responsabilités associées. Les rôles techniques sont physiquement réalisés par des logiciels et par l'infrastructure d'intégration de systèmes associée

[SOURCE: IEC 62746-3:2015, 3.1.14]

3.1.11

ressource virtuelle

ensemble d'une ou de plusieurs ressources physiques, représenté par une seule ressource agrégée

Note 1 à l'article: Il peut comporter plusieurs entités qui peuvent être dispersées géographiquement. Les ressources virtuelles peuvent être un modèle agrégé de nombreux types de charges, de productions et de stockages, par exemple VPP, PV, usine, bâtiment, domicile, etc. Étant donné que la ressource virtuelle peut comprendre à la fois un consommateur et un fournisseur d'énergie, la "courbe de charge nette" correspondante peut être positive (dans ce cas, la ressource virtuelle agit comme un consommateur qui consomme de la puissance électrique) ou négative (dans ce cas, la ressource virtuelle agit comme un actif de production pour produire de la puissance électrique).

[SOURCE: IEC 62746-3:2015, 3.1.16]

3.2 Acronymes

Le Tableau 1 contient une liste des acronymes utilisés dans le présent document.

Tableau 1 – Liste des acronymes

Acronyme	Expression
AEMS (Aggregator Energy Management System)	Système de gestion de l'énergie côté agrégateur
CEMS (Customer Energy Management System)	Système de gestion de l'énergie côté client
DAM (Day-Ahead Market)	Marché à 24 h
DER (Distributed Energy Resource)	Ressource énergétique décentralisée
EPS (Electrical Power System)	Réseau d'énergie électrique
PV	Photovoltaïque
RTM (Real-Time Market)	Marché en temps réel
SPS (Service Procurement System)	Système d'acquisition de services
UML (Unified Modeling Language)	Langage de modélisation unifié
VPP (Virtual Power Plant)	Centrale électrique virtuelle
XML (Extensible Markup Language)	Langage de balisage extensible
XSD (XML Schema Definition)	Définition de schéma XML

4 Modèles de référence et d'informations

4.1 Approche générale

Les communications entre les marchés de l'électricité et les opérations des réseaux sont rendues possibles par une modélisation partagée entre trois séries de normes: IEC 61968, IEC 61970 et IEC 62325. Cependant, aucune de ces normes ne s'étend au domaine des ressources modulables déployées sur le réseau de distribution, et plus particulièrement aux ressources situées "derrière" le compteur d'électricité du client. L'IEC 62746 remédie à cette situation en fournissant un ensemble de profils de messages conçus pour transmettre les instructions du réseau, les conditions du réseau, les signaux tarifaires et les capacités des ressources entre plusieurs parties au sein de l'espace émergent des ressources énergétiques décentralisées (DER), comme cela est représenté à la Figure 1.

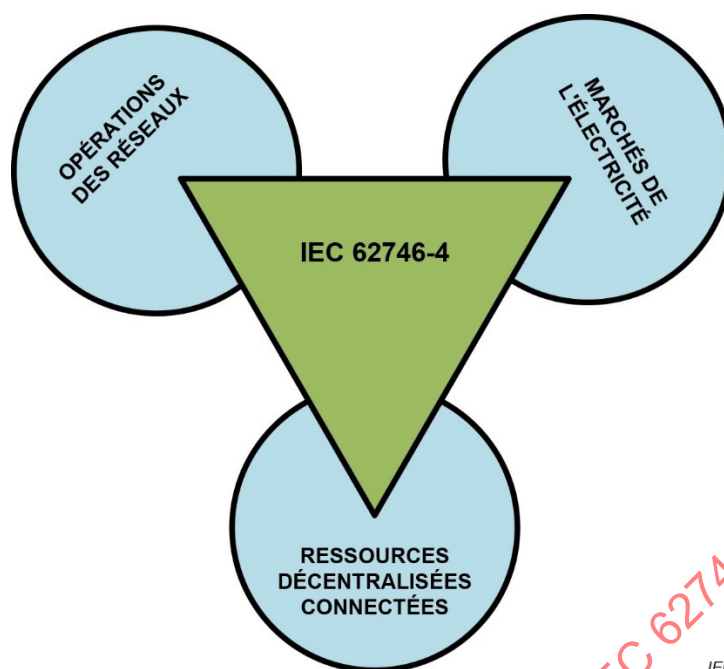


Figure 1 – Représentation de l'IEC 62746-4

Les exigences de communication sont complexes compte tenu de la diversité des parties impliquées¹, notamment:

- les opérateurs de marchés de l'électricité;
- les opérateurs de réseaux de transport;
- les fournisseurs de services d'électricité en gros;
- les consommateurs de services d'électricité en gros;
- les opérateurs de réseaux de distribution;
- les agrégateurs de services, et
- les consommateurs d'électricité.

En outre, il existe un large éventail de processus métier établis ainsi que de nombreux nouveaux modèles en cours d'élaboration. Ces processus comprennent la communication des variations dans le temps en ce qui concerne:

- la composition des ressources par emplacement(s) du réseau;
- la capacité des ressources par service du marché;
- les seuils économiques pour la prestation/l'acquisition de services;
- les instructions/distributions des ressources.

Le défi que représente la communication avec les DER (ou leurs agrégateurs) peut être visualisé comme une permutation plus complexe de la communication avec les postes traditionnels de production d'électricité en bloc. Par conséquent, l'IEC 62746-4 vient à l'appui de la série de normes IEC 62325 actuellement utilisée pour normaliser les échanges du marché de l'énergie en bloc.

¹ Pour plus d'explications sur ces acteurs, voir l'IEC 60050-617:2009, *Organisation/Marché de l'électricité*.

4.2 Modèle de communication de référence

Ce modèle de référence comporte deux rôles techniques: le rôle d'opérateur et le rôle de ressource. Le rôle d'opérateur, dans la configuration la plus simple, est assumé par un opérateur de réseau qui dispose d'un nombre quelconque d'applications utilisées pour suivre, gérer, prévoir, promouvoir, contrôler et surveiller les DER. Cet ensemble de logiciels est regroupé en un seul ensemble appelé système d'acquisition de services (SPS), car il est chargé d'acquérir des services réseau afin de rendre le réseau plus fiable et/ou de réduire les coûts de l'électricité. Le client de distribution qui possède une DER endosse le rôle de ressource, l'ensemble des logiciels qui contrôlent l'installation du client étant appelé système de gestion de l'énergie côté client (CEMS). La Figure 2 représente le modèle logique de ces communications dans cette configuration de base.

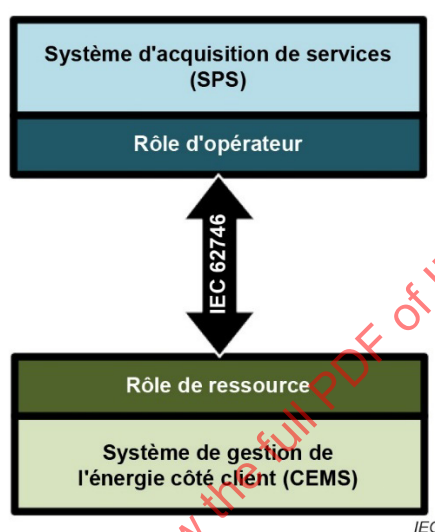


Figure 2 – Modèle logique des communications SPS-CEMS

Les différentes DER peuvent ne pas être suffisamment conséquentes pour justifier une participation directe aux opérations des réseaux et peuvent être optimisées en tant que membres d'une agrégation de DER. Lorsque l'agrégation est introduite dans la chaîne de communication, le système de gestion de l'énergie côté agrégateur (AEMS) sert d'intermédiaire pour les communications entre le SPS et de nombreux CEMS. Cependant, l'AEMS n'est pas simplement un courtier d'informations; l'AEMS remplit des fonctions d'agrégation (comme l'addition des capacités des différents CEMS pour les transmettre au SPS) et des fonctions d'attribution (comme la répartition des signaux de distribution entre les CEMS participants). L'IEC 62746-4 est utilisée aux deux extrémités de l'échange, l'AEMS jouant le rôle de ressource lorsqu'il communique avec le SPS et le rôle d'opérateur lorsqu'il communique avec chaque CEMS, comme cela est représenté à la Figure 3. Ainsi, l'AEMS apparaît au SPS comme une ressource virtuelle.

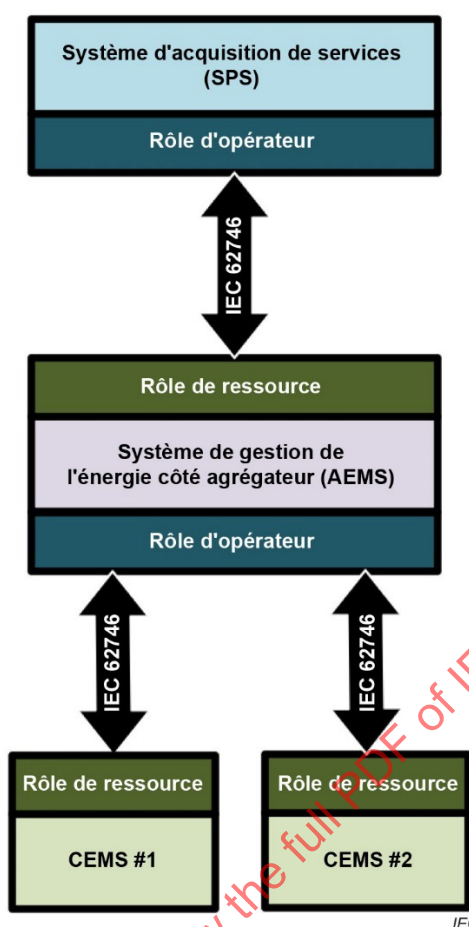


Figure 3 – Modèle logique des communications SPS-AEMS-CEMS

Le modèle de communication peut être étendu à un nombre quelconque d'instances AEMS connectées à un nombre quelconque d'instances CEMS, y compris des configurations dans lesquelles des "agrégateurs d'agrégateurs" sont établis. La Figure 4 représente un exemple de cette configuration plus complexe.

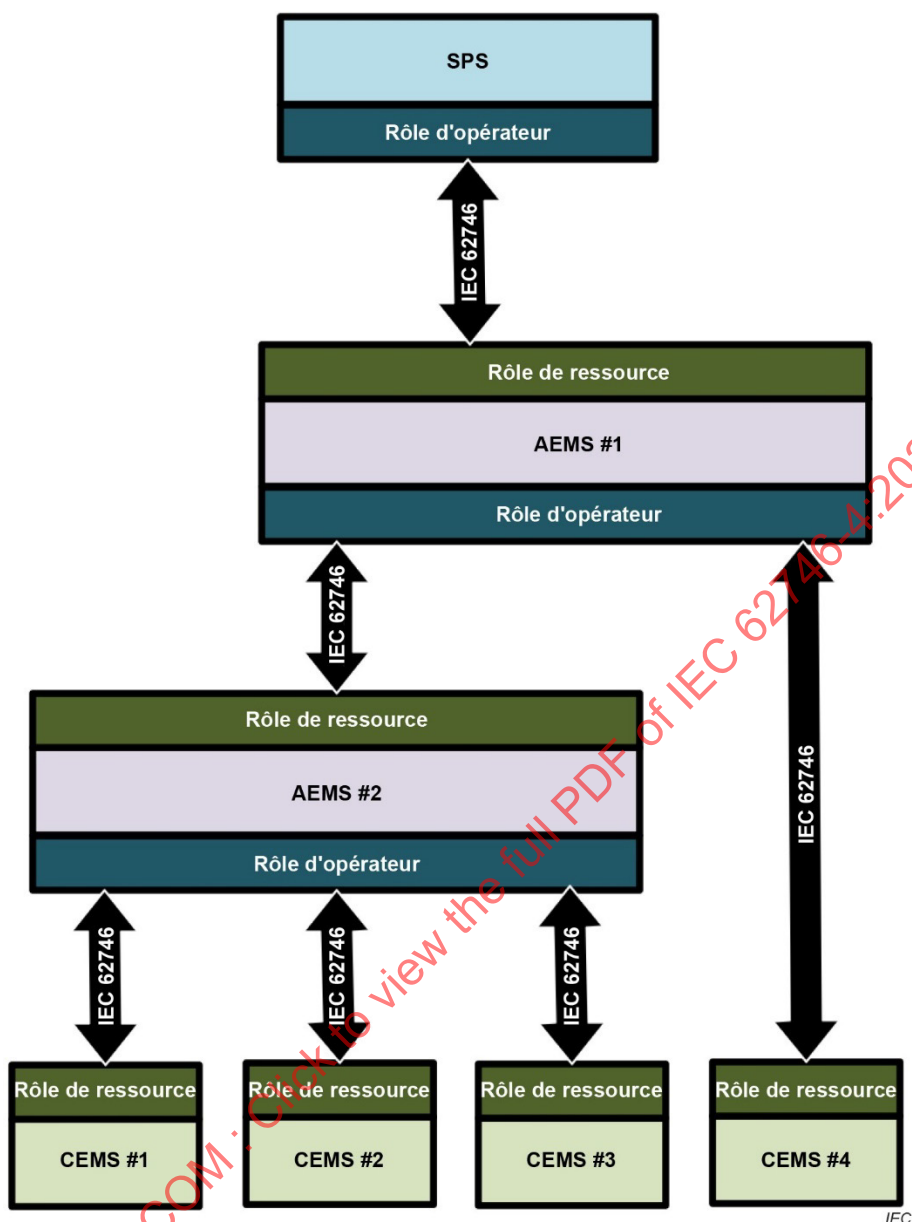


Figure 4 – Exemple d'agrégateurs "empilés"

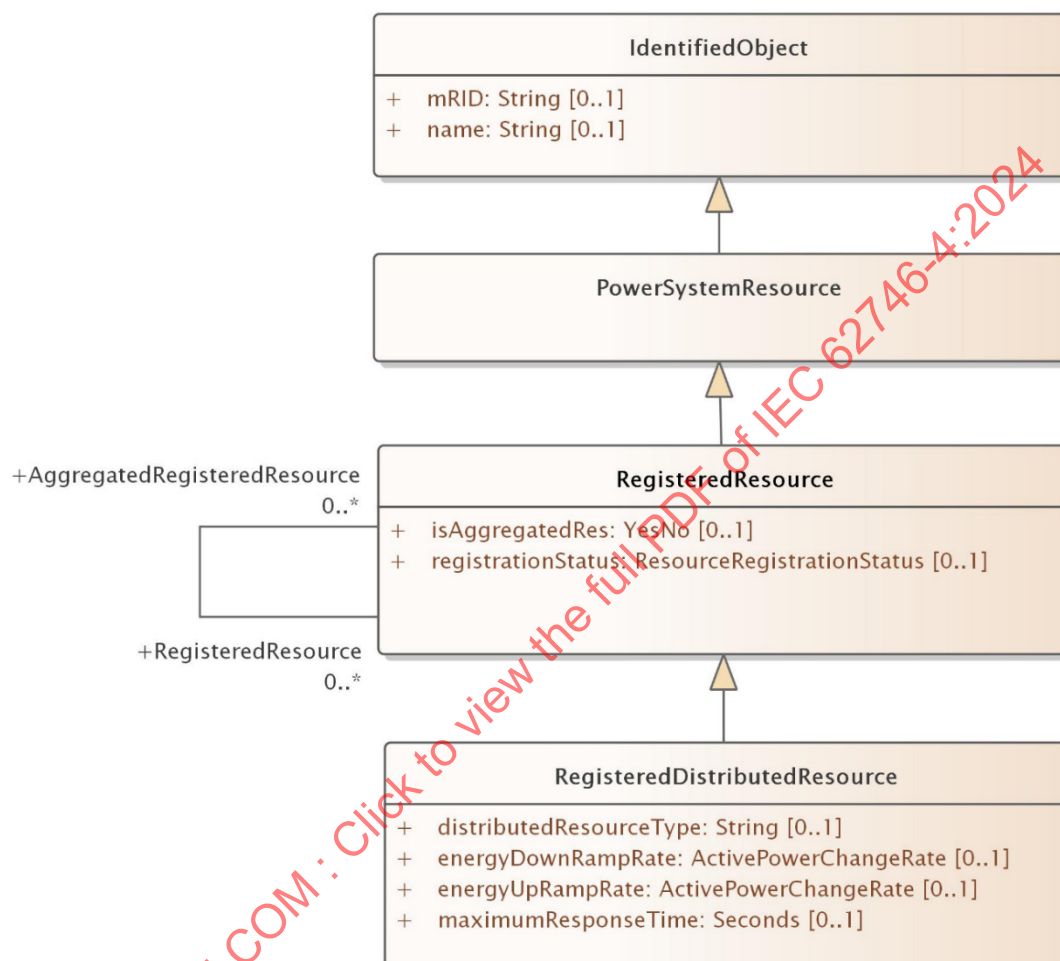
4.3 Modèle d'information

4.3.1 Généralités

Le présent paragraphe a pour objet de fournir une vue d'ensemble des concepts de modélisation représentés par les classes les plus importantes du modèle d'information commun UML pour les DER, avec plusieurs des attributs clés de chaque classe et plusieurs des relations clés entre les classes. Pour que les diagrammes restent centrés sur les concepts, les caractéristiques détaillées ont été supprimées des diagrammes, notamment les noms des paquets, les noms d'extrémité des relations et les attributs qui ne sont pas pertinents pour le modèle DER. Les schémas UML complets sont fournis à l'Article 5, comme ils ont été choisis pour être utilisés dans les profils d'échange de l'IEC 62746.

4.3.2 Modélisation des ressources

La classe centrale du modèle DER est la classe **RegisteredDistributedResource**, qui est une spécialisation de la classe **RegisteredResource**, fondée sur la classe **PowerSystemResource** de l'IEC 61970, qui est à son tour une spécialisation de la classe **IdentifiedObject**. Ces héritages sont représentés à la Figure 5, avec plusieurs des attributs les plus importants de ces classes.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 5 – Modèle de ressource

La classe **IdentifiedObject** est le parent de presque toutes les classes du modèle d'information commun, où un identificateur global unique appelé identificateur des ressources maître (*mRID*) est attribué, ainsi qu'un nom (qui peut être omis au cours du processus de profilage). Dans le contexte d'une DER, le *mRID* est attribué lors de l'instanciation de la DER et persiste pendant toute la durée de vie de la DER. Le *mRID* est utilisé pour chaque échange d'informations ultérieur afin de lier les informations échangées à cette DER spécifique.

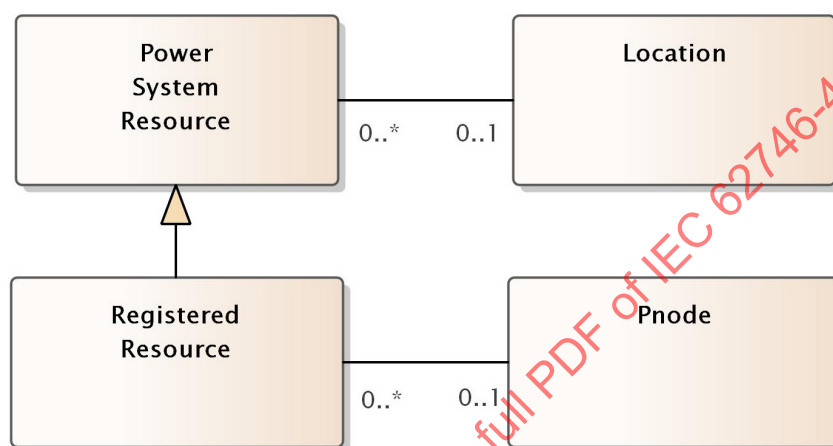
À partir de **RegisteredResource**, plusieurs caractéristiques documentent les paramètres de base de la DER en tant que ressource de marché, à savoir:

- *registrationStatus*;
- *isAggregatedRes*.

Si l'agrégation est indiquée, l'autoréférence dans **RegisteredResource** (la relation sous forme de boucle sur le côté gauche du diagramme) est utilisée pour identifier l'**AggregatedRegisteredResource** à laquelle appartient la **RegisteredResource** spécifique.

4.3.3 Modélisation de l'emplacement des ressources

L'IEC 62746 vient également à l'appui des associations existantes de l'IEC 61970 et de l'IEC 62325 pour identifier les emplacements physiques et logiques de chaque ressource, comme cela est représenté à la Figure 6. La classe **Location** est associée à la classe **PowerSystemResource** et représente un emplacement physique de la DER. La classe **Location** admet plusieurs systèmes de référence, notamment les adresses de rue et les coordonnées géospatiales, entre autres options.

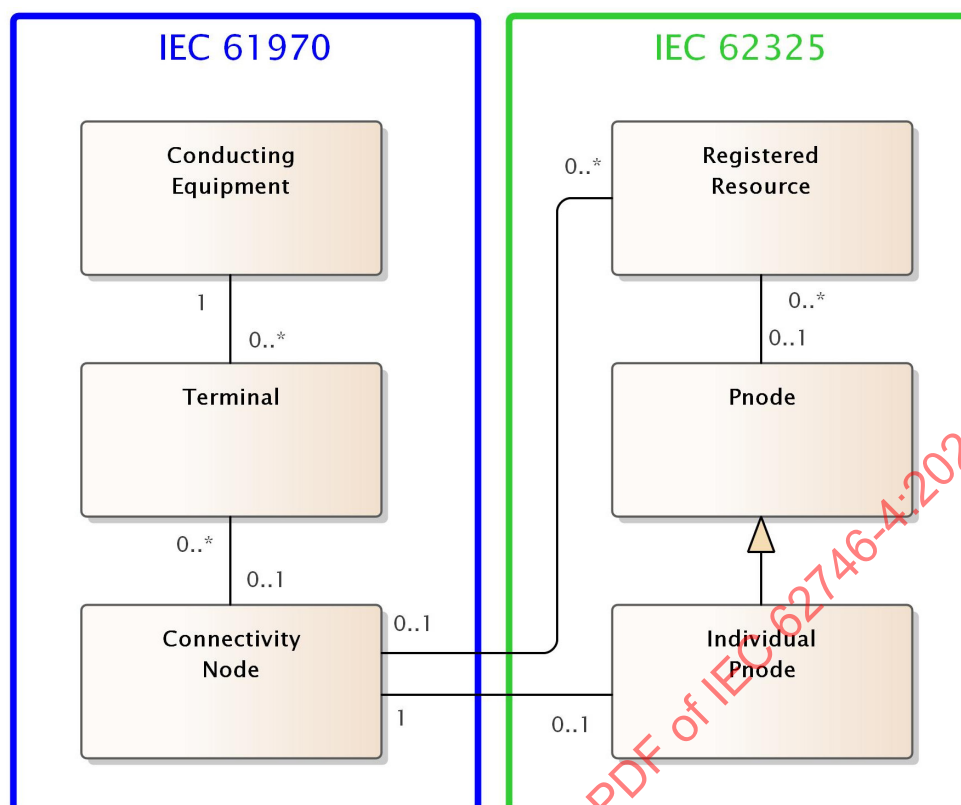


Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 6 – Modèle d'emplacement

Les nœuds de prix, ou nœuds P, sont modélisés dans la classe **Pnode** et sont associés à la classe **RegisteredResource** pour représenter l'emplacement logique de la DER dans le modèle de topologie de marché. Les nœuds P représentent les emplacements sur le réseau où les prix sont fixés pour la prestation et/ou la consommation de services énergétiques. Traditionnellement, les différents nœuds P ont été associés à des équipements physiques sur le réseau, le nœud P lui-même étant associé à un nœud de connectivité, ou nœud C. Les nœuds C sont utilisés pour établir des connexions électriques entre les bornes de différents équipements conducteurs, l'ensemble formant une représentation d'un réseau électrique.

Le rapprochement entre la représentation du réseau (selon l'IEC 61970) et la représentation du marché (selon l'IEC 62325) est décrit à la Figure 7. Le lien entre la représentation du marché et la représentation du réseau est crucial, car il est nécessaire que les opérateurs de réseaux comprennent comment les DER influent sur la fiabilité du réseau et il est essentiel de savoir exactement où se trouvent les DER sur le réseau. Cette importance augmente à mesure que le rôle de fournisseurs de services de fiabilité des DER augmente.

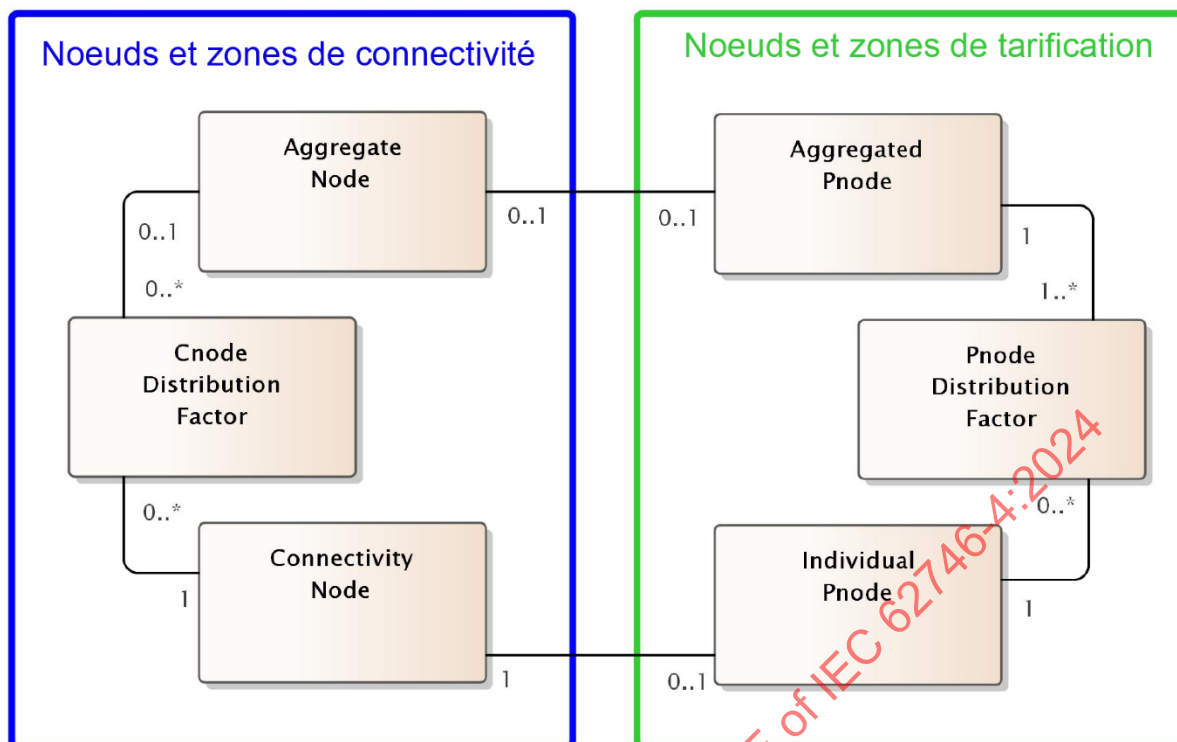


Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 7 – Mapping des nœuds

Tandis que les installations de production traditionnelles ont des emplacements bien définis et donc à la fois des emplacements physiques sur la terre et des emplacements logiques sur le réseau et dans les modèles de topologie de marché, les emplacements de DER ne sont pas souvent bien définis. Certaines DER sont des ressources relativement étendues reliées au réseau de distribution; cependant, de nombreuses DER sont susceptibles d'être des agrégations de petites ressources situées sur une section du réseau de distribution. Par conséquent, des ensembles de nœuds de prix appelés nœuds de prix agrégés (également appelés zones de prix) peuvent être utilisés pour définir l'emplacement "flou" des DER et des agrégations de DER.

Contrairement à un nœud P individuel (Classe: **IndividualPnode** de la Figure 8) qui est mappé avec un (et seulement un) nœud C (Classe: **ConnectivityNode** de la Figure 8), un nœud P agrégé (Classe: **AggregatedPnode** de la Figure 8) peut être mappé avec plusieurs nœuds P, en utilisant des facteurs de distribution non unitaires le cas échéant, tout comme des agrégations de nœuds C peuvent être regroupées en nœuds C agrégés (Classe: **AggregateNode** de la Figure 8).



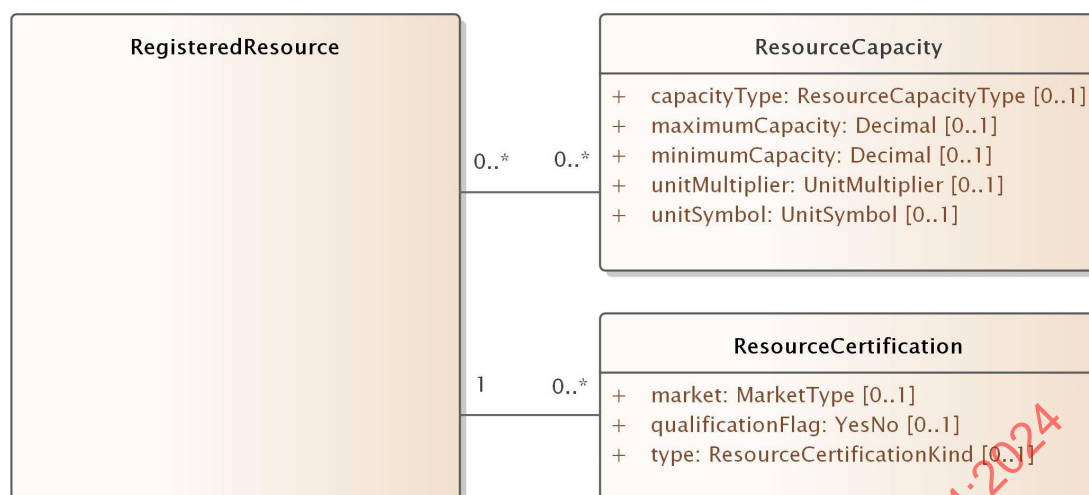
Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug

Figure 8 – Connectivité et tarification/Nœuds et zones

La modélisation des nœuds P agrégés est particulièrement importante pour les DER, car les petites ressources sont agrégées en ressources plus importantes, et les ressources agrégées peuvent couvrir plusieurs nœuds P. Les nœuds P agrégés peuvent être établis par l'opérateur de réseau et modifiés très rarement, par exemple un ensemble de différents nœuds P qui, historiquement, ne connaissent que peu voire pas de congestion sur leurs chemins électriques partagés; ou les nœuds P agrégés peuvent être dynamiques, par exemple l'ensemble spécifique de nœuds P au sein duquel un agrégateur possède des DER sur le réseau pendant un mois spécifique.

4.3.4 Modélisation de la capacité et de la qualification des ressources

La Figure 9 représente deux classes associées à la classe **RegisteredResource** avec plusieurs de leurs attributs clés qui sont utilisés pour documenter la capacité d'une DER à fournir des services réseau. La classe **ResourceCapacity** documente la quantité de service que la DER peut fournir, à l'aide d'une *maximumCapacity* et d'une *minimumCapacity* facultative. L'attribut *capacityType* admet différentes capacités pour différents services, par exemple 1 MW de puissance, en utilisant dans ce cas le même UnitSymbol (W), mais deux UnitMultiplier distincts (k et M), comme cela est documenté dans le Tableau 23.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

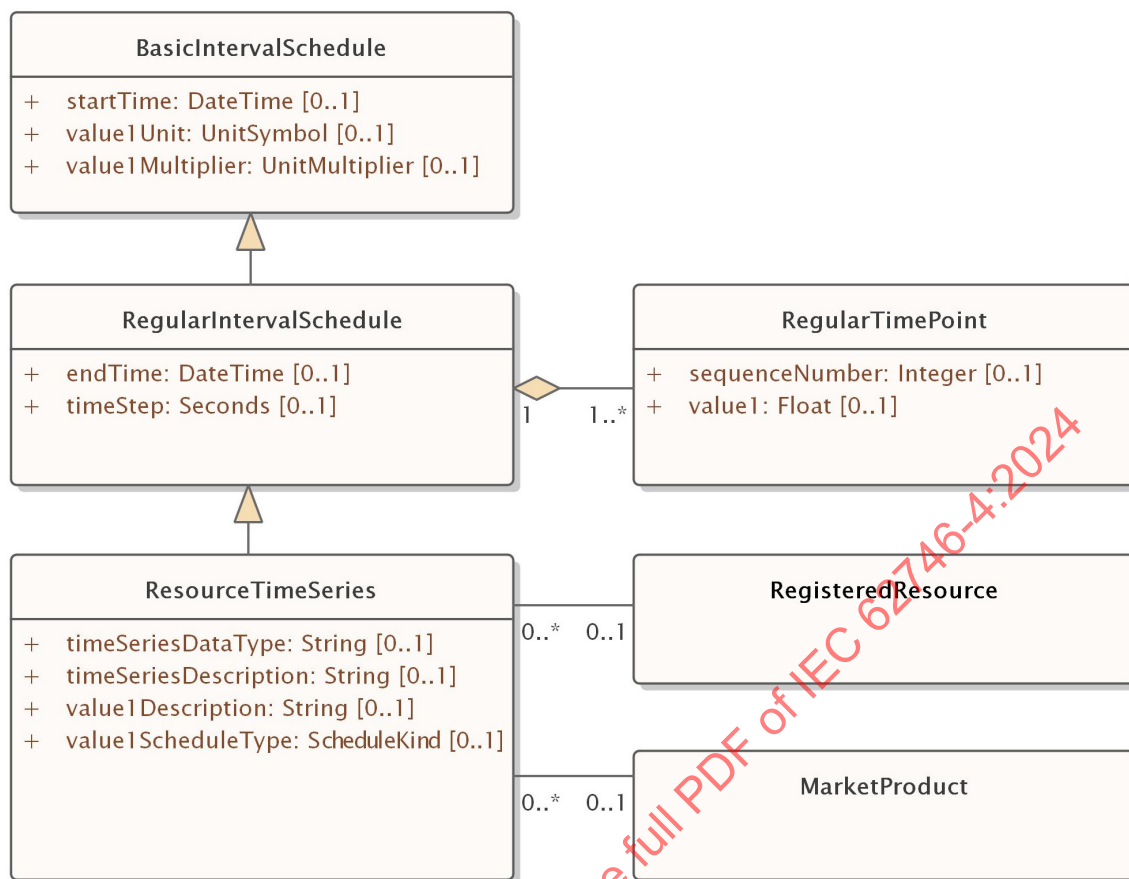
Figure 9 – Modèle de capacité et de qualification

Les niveaux de capacité des ressources peuvent ne pas être symétriques, c'est-à-dire que la capacité "ascendante" peut être différente de la capacité "descendante", et donc le *capacityType* peut être défini pour chaque direction, par exemple régulation ascendante (RU, *Regulation Up*) et régulation descendante (RD, *Regulation Down*). Avec la classe **ResourceCertification**, le *qualificationFlag* du marché des DER peut être défini sur yes ou no pour toute combinaison de type (comme ci-dessus: énergie, réserve, régulation, etc.), mais aussi pour un cadre temporel de marché donné, généralement un marché à 24 h (DAM) ou un marché en temps réel (RTM), comme cela est documenté dans le Tableau 21.

Il existe une corrélation entre la **ResourceCapacity** et la **ResourceCertification**; toutefois, cette relation est spécifique au processus métier de certification du marché, avec potentiellement plusieurs *marketTypes* contraints par un seul *ResourceCapacityType*.

4.3.5 Modélisation du programme énergétique

Une courbe énergétique correspond à tout type de grandeur liée à l'énergie mappé dans le temps. Les courbes énergétiques peuvent être utilisées pour suivre les données de compteur, les seuils, les niveaux de consommation d'énergie prévus, les programmes de production, etc. L'IEC 62746 utilise la classe **ResourceTimeSeries** comme classe de base, qui hérite des classes **RegularIntervalSchedule** et **BasicIntervalSchedule**, comme cela est représenté à la Figure 10.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 10 – Modèle de programme énergétique

La courbe énergétique est définie dans le temps en spécifiant *startTime* et *endTime*, ainsi que *timestep*, qui détermine le nombre d'intervalles à documenter. L'élément quantifié est spécifié à l'aide de *value1Unit*, *value1Multiplier*, *value1Description* et *value1ScheduleType*. La courbe énergétique peut être associée à une **RegisteredResource** et/ou à un **MarketProduct**.

Étant donné qu'il est courant d'envoyer plusieurs ensembles de données connexes dans un seul échange, le document admet les champs facultatifs *value2* et *value3* (qui reflètent les attributs *value1* de la Figure 10, mais ne sont pas représentés pour des raisons de simplicité). Un exemple de valeurs multiples est l'utilisation de *value1* pour un niveau de consommation de référence et de *value2* pour le niveau de consommation réel/mesuré. Un autre exemple est l'utilisation de *value1*, *value2* et *value3* pour les niveaux de consommation minimal, moyen et maximal, respectivement.

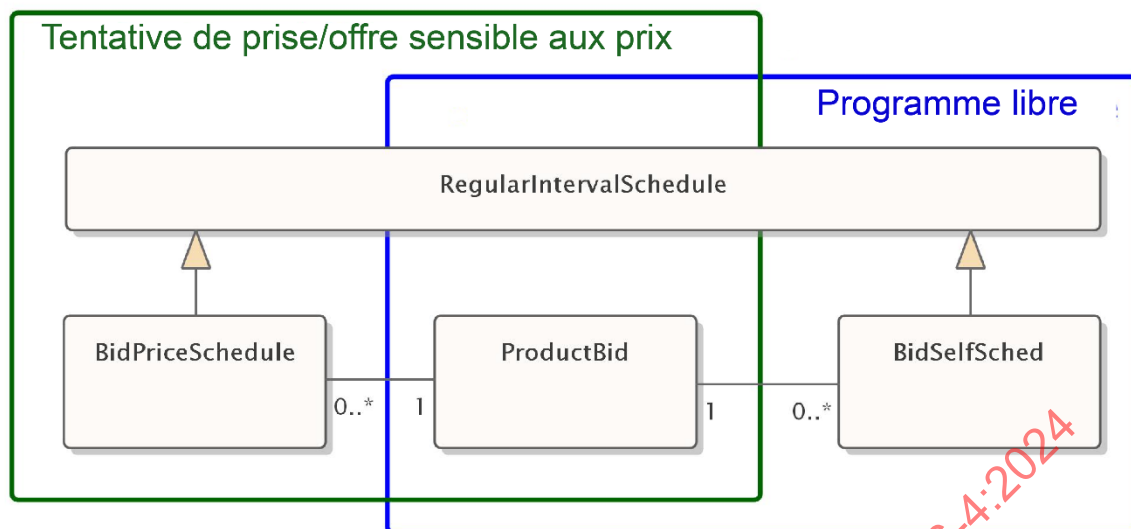
Les séries de points de données pour *value1* et éventuellement *value2* et *value3* sont des associations à plusieurs instances de **RegularTimePoint**. Un exemple courant consiste à instancier vingt-quatre **RegularTimePoints**, chacun pour une valeur horaire au cours d'une seule journée, en attribuant un *sequenceNumber* de 1 à 24 pour représenter la "fin de l'heure" pour chaque intervalle.

L'attribut *scheduleType* est propre aux DER et il est nécessaire pour identifier comment la DER offre et/ou consomme des services. *scheduleType* est une énumération compréhensible par l'homme (documentée dans le Tableau 2) destinée à aider les propriétaires de DER et les agrégateurs à soumettre des informations sur les tentatives de prise/offres et à comprendre clairement deux caractéristiques essentielles: (a) la convention de flux d'énergie pour un nombre positif en tant que production ou consommation de service et (b) la notion de comment le montant des tentatives de prise/offres est utilisé comme cible ou point de consigne ou comme variation relative par rapport à un niveau défini. Le Tableau 24 décrit en détail les valeurs admises pour *scheduleType*.

De nombreux types de DER sont faciles à classer; par exemple, une éolienne connectée à un réseau de distribution choisit plus probablement un *scheduleType* "generation" tandis qu'une ressource de réponse à la demande résidentielle choisit plus probablement "loadReduction". Cependant, une ressource de stockage peut choisir un nombre quelconque d'options, et il convient que le fait de disposer d'une définition bien établie pour chaque *scheduleType* élimine toute ambiguïté. Par exemple, une batterie autonome peut choisir "generation" si elle dispose d'une capacité à décharger sur le réseau ou "load" si elle a besoin d'énergie pour se charger; une batterie couplée à une charge peut choisir "loadReduction" si la batterie compense la charge associée au niveau du compteur de service, ou "loadIncrease" si la batterie souhaite augmenter la charge du réseau pour charger la batterie. Le présent document n'indique pas quels modèles il convient d'utiliser pour quelles ressources, mais fournit l'ensemble des quatre options possibles, et il convient de le restreindre par les règles métier pour une mise en œuvre donnée.

4.3.6 Modélisation des tentatives de prise/offres

Lorsqu'elles sont qualifiées pour participer au marché, les ressources peuvent informer leur opérateur de réseau et/ou leur agrégateur des offres pour produire des services réseau et/ou des tentatives de prise pour consommer des services réseau. Il existe deux modèles de base selon lesquels une DER peut interagir avec un marché. L'un consiste à transmettre un ensemble de niveaux de production et/ou de consommation prévus pour un ou plusieurs services et est également appelé "programme libre". Le second est un ensemble de niveaux sensibles aux prix. Les deux sont modélisés à l'aide de la classe **ProductBid**, comme cela est représenté à la Figure 11, avec une association à **BidSelfSched** (pour la programmation libre) ou à **BidPriceSchedule** (pour les offres/tentatives de prise sensibles aux prix).

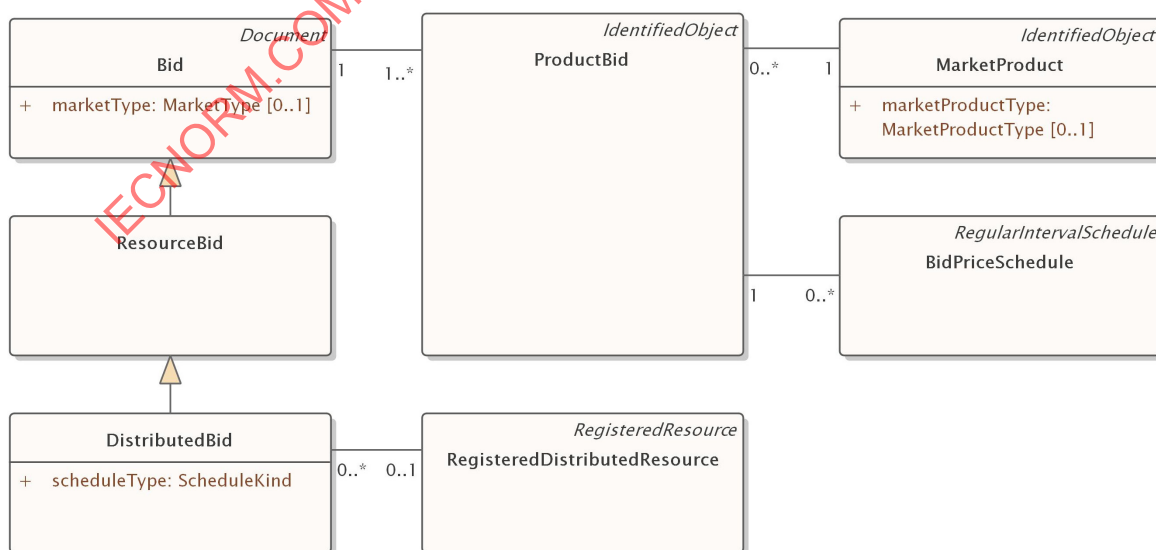


Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 11 – Sensibilité aux prix et programme libre

Le reste du présent paragraphe décrit la modélisation des offres et tentatives de prise sensibles aux prix. Le modèle du programme libre peut être obtenu en remplaçant simplement **BidPriceSchedule** par **BidSelfSched**. Les deux classes sont fondées sur la classe **RegularIntervalSchedule**, **BidSelfSched** correspondant à une courbe énergétique, comme cela est décrit au 4.3.5.

Sur la Figure 12, l'offre/la tentative de prise sensible aux prix globale de la ressource est représentée à gauche et se rapporte à un *marketType* spécifique, ici aussi généralement désigné par DAM/RTM. *Bid* est associée à une ou plusieurs instances de **ProductBid**. Toute ressource spécifique peut être en mesure d'offrir voire de fournir différentes marchandises simultanément, ce qui est parfois appelé "empilement de valeurs"; il est possible d'avoir plusieurs instances de **ProductBid** pour les mêmes intervalles de temps définis, un ensemble pour chaque **MarketProduct** concerné.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 12 – Tentatives de prise/offres sensibles aux prix

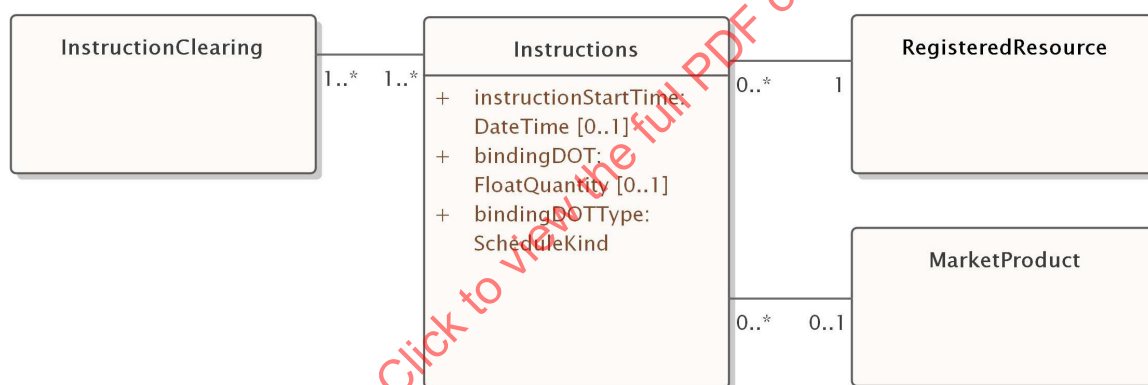
ProductBid est un conteneur qui possède deux associations: l'association supérieure est **MarketProduct** (énergie, réserve, régulation, etc.) et l'association inférieure est **BidPriceSchedule**. La classe **BidPriceSchedule** capture des données sur trois axes qui désignent:

- 1) la fenêtre temporelle, par exemple de 6:00 à 7:00;
- 2) la quantité de service, par exemple 1 MWh;
- 3) le prix demandé, par exemple 20 €/MWh.

ResourceBid est spécialisée en **DistributedBid** pour prendre en charge les éléments de DER, en particulier un lien vers l'identificateur de ressource approprié disponible en tant que **RegisteredDistributedResource**, mais aussi pour capturer les attributs spécifiques aux DER qui distinguent les DER des ressources traditionnelles du réseau, le plus important étant l'attribution d'un *scheduleType* (dont les détails sont traités au 4.3.5).

4.3.7 Modélisation de la distribution

Lorsque le marché a compensé un ou plusieurs intervalles, chaque ressource est informée de son attribution, c'est-à-dire du montant de chaque offre/tentative de prise qui a été acceptée. L'IEC 62746 vient à l'appui de la modélisation des instructions de distribution de l'IEC 62325, comme cela est représenté à la Figure 13.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug

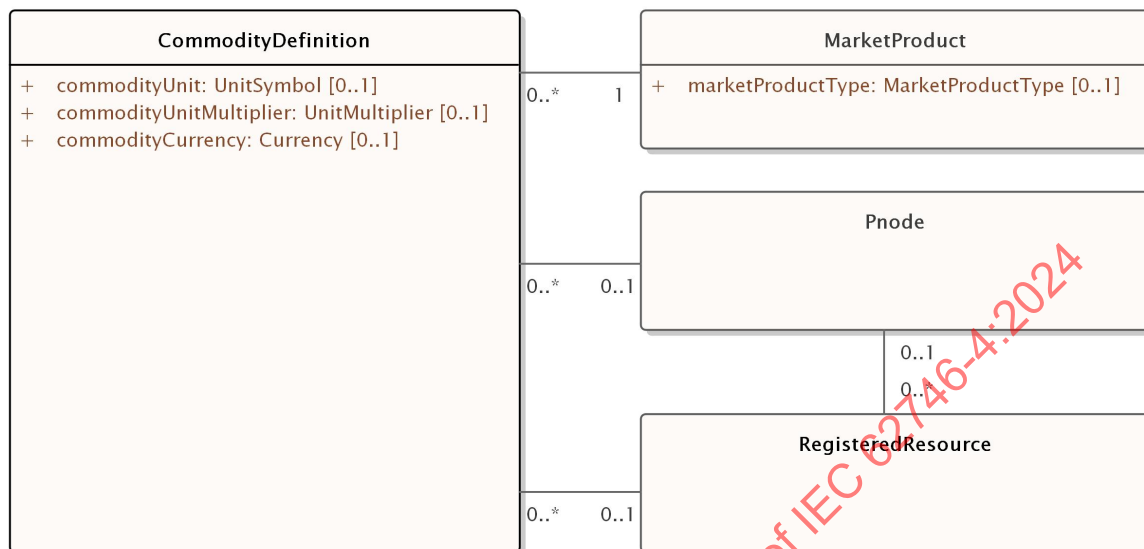
Figure 13 – Modèle de distribution

Chaque compensation du marché est documentée dans la classe *InstructionClearing*, et la compensation peut donner lieu à différents points de consigne dans le temps, qui sont documentés dans la classe *Instructions*. La cible opérationnelle de la distribution (l'attribut *bindingDOT* dans la classe *Instructions*) contient le montant de la tentative de prise/l'offre choisie, ainsi que le *bindingDOTType*, qui documente la signification de la cible opérationnelle à l'aide de l'énumération *ScheduleKind* traitée au 4.3.5. Le produit et la ressource sont référencés par les associations **MarketProduct** et **RegisteredResource**, respectivement.

4.3.8 Modélisation des marchandises et des prix

La transparence des prix est une caractéristique importante des marchés de l'électricité en gros et pourrait vraisemblablement être une caractéristique des futurs marchés de distribution/détail. Cette modélisation est particulièrement importante pour les ressources sensibles aux prix qui sont exploitées de manière autonome, qui réagissent aux prix avec leur propre logique et n'utilisent pas nécessairement le processus d'offre/de tentative de prise, de compensation et de distribution décrit dans les paragraphes précédents.

L'IEC 62746 vient à l'appui des éléments de tarification des marchandises de l'IEC 62325 et se comprend plus facilement en deux parties: les informations à évolution lente liées aux définitions des marchandises (voir Figure 14) et les informations à évolution rapide liées aux prix de ces marchandises (voir Figure 15).



Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug

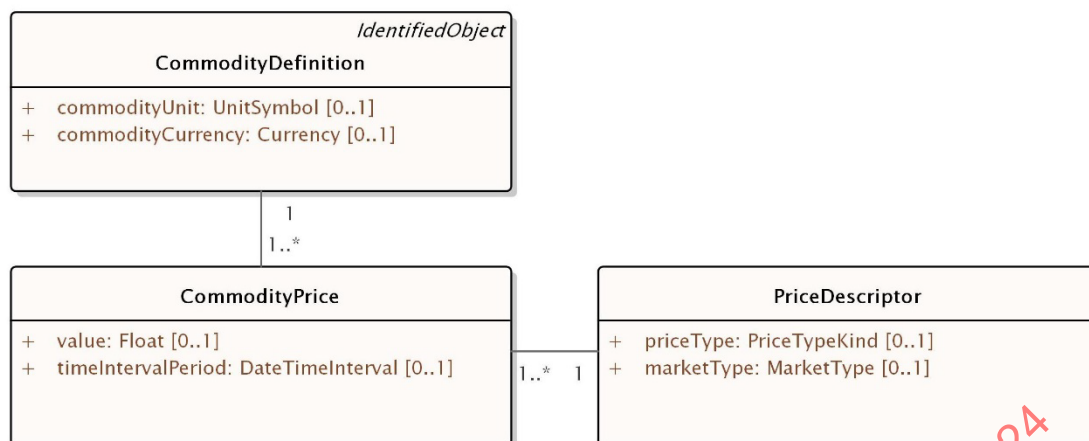
Figure 14 – Modèle de marchandise

Un service réseau est défini par la classe **CommodityDefinition**, avec les attributs *commodityUnit* et *commodityMultiplier* pour décrire l'unité de mesure du service, par exemple MW, MWh ou MVA, ainsi qu'une devise, par exemple le dollar ou l'euro.

La marchandise est également définie par plusieurs associations. La première association est obligatoire et définit "quel" service est défini, en particulier la classe **MarketProduct** (comme ci-dessus: énergie, réserve, régulation, etc.). L'association suivante définit "où" le prix est pertinent et peut être définie de l'une des deux manières suivantes:

- 1) si la tarification est liée à l'emplacement, comme cela est décrit au 4.3.3, l'association au **Pnode**, spécialisée en **IndividualPnode** (pour une tarification nodale) ou en **AggregatedPnode** (pour une tarification zonale), est utilisée. En général, si l'association **Pnode** est utilisée, l'association **RegisteredResource** ne l'est pas;
- 2) si la tarification est réservée à une ressource ou à un groupe de ressources en particulier, l'association avec **RegisteredResource** peut être utilisée. En général, si l'association **RegisteredResource** est utilisée, l'association **PNode** ne l'est pas.

Lorsque la **CommodityDefinition** est établie, la classe **CommodityPrice** est instanciée pour chacun des prix à publier dans le temps. Les prix ont une valeur numérique (avec les *commodityUnit* et *commodityCurrency* établies dans **CommodityDefinition**) et un **DateTimeInterval** sur lequel le prix est valide. Le stéréotype **DataTimeInterval** est flexible et couvre des scénarios tels que les processus annuels qui définissent une valeur pour l'année à venir ou les calculs en temps réel qui conduisent à des variations de prix à la minute.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 15 – Modèle de prix

La classe **PriceDescriptor** est utilisée pour documenter les caractéristiques de tout prix publié. L'attribut *marketType* (voir Tableau 21) est utilisé pour différencier les prix calculés sur différents marchés; ici encore, DAM et RTM sont les options courantes. L'attribut *priceType* (voir Tableau 22) peut être utilisé si différents "types" de prix sont publiés; par exemple, un "total" peut être publié avec la composante de prix "congestion" et une composante de prix "pertes" si l'opérateur de marché souhaite décomposer les différentes composantes constitutives d'un prix de l'énergie donné.

5 Modélisation de base et énumérations partagées

5.1 Identificateurs de ressources maîtres

La classe **IdentifiedObject** est décrite comme suit: "classe racine qui fournit une identification commune à toutes les classes nécessitant des attributs d'identification et de nommage". La classe **IdentifiedObject** est la classe parente de nombreuses classes du modèle d'information commun. Ces classes héritent donc des attributs et associations d'**IdentifiedObject**, dans ce cas de l'association à la classe *Name*.

L'attribut mRID est un élément essentiel du modèle et fournit un identificateur global unique pour de nombreux objets instanciés. Le mRID peut être utilisé comme référence pour de nombreux types d'objets, par exemple un poste de production électrique, un contrat ou un ensemble de données tel qu'un ensemble de points de consigne de distribution pour demain.

La classe **IdentifiedObject** contient les attributs représentés dans le Tableau 2:

Tableau 2 – Attributs d'IdentifiedObject

Attribut	Type	Description
<i>mRID</i>	string	Identificateur de ressource maître émis par une autorité de modèle. Le mRID est identificateur unique dans le cadre des échanges. L'emploi d'un UUID assure l'unicité globale du mRID, comme cela est spécifié dans la RFC 4122. L'utilisation d'un UUID est fortement recommandée. Pour les fichiers de données CIMXML dans la syntaxe RDF selon l'IEC 61970-552:2013, le mRID est mappé avec les attributs rdf:ID ou rdf:about qui identifient les éléments d'objet CIM.
<i>name</i>	string	Nom qui correspond à tout texte libre qui désigne l'objet, lisible par l'homme et éventuellement non unique.
<i>description</i>	string	La description est un texte libre lisible par l'utilisateur qui décrit ou nomme l'objet. Il peut ne pas être unique et peut ne pas se corréler à une hiérarchie de nommage.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

5.2 Classes de types complexes

5.2.1 Généralités

L'IEC 62746 utilise plusieurs classes du modèle d'information commun qui sont utilisées comme types de données pour les attributs. Dans la description des profils IEC 62746 contenue dans les paragraphes ci-après, les tableaux et les figures ne donnent pas les détails de ces classes de types complexes fréquemment utilisées.

5.2.2 Types complexes avec grandeur, symboles d'unité et multiplicateurs d'unité

Le type complexe **FloatQuantity** est décrit comme suit: "Grandeur à valeur flottante et informations d'unité associées". Voir le Tableau 3.

Tableau 3 – Attributs de FloatQuantity

Attribut	Type	Description
<i>value</i>	Float	
<i>unit</i>	UnitSymbol	(Voir Tableau 19)
<i>multiplier</i>	UnitMultiplier	(Voir Tableau 19)
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

Le type complexe **ActivePowerChangeRate** est décrit comme suit: "Taux de variation de la puissance active en fonction du temps". Voir le Tableau 4.

Tableau 4 – Attributs d'ActivePowerChangeRate

Attribut	Type	Description
<i>value</i>	Float	
<i>unit</i>	UnitSymbol	Imposé comme "WPers"
<i>multiplier</i>	UnitMultiplier	(Voir Tableau 19)
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

Le type complexe **Seconds** est décrit comme suit: "Temps en secondes". Voir le Tableau 5.

Tableau 5 – Attributs de Seconds

Attribut	Type	Description
<i>value</i>	Float	
<i>unit</i>	UnitSymbol	Imposé comme "s"
<i>multiplier</i>	UnitMultiplier	Imposé comme "none"
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

Le type complexe **Minutes** est décrit comme suit: "Temps en minutes". Voir le Tableau 6.

Tableau 6 – Attributs de Minutes

Attribut	Type	Description
<i>value</i>	Float	
<i>unit</i>	UnitSymbol	Imposé comme "min"
<i>multiplier</i>	UnitMultiplier	Imposé comme "none"
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

5.2.3 Type complexe **DateTimeInterval**

Le type complexe **DateTimeInterval** est décrit comme suit: "Intervalle entre deux points de date et d'heure". Voir le Tableau 7.

Tableau 7 – Attributs de DateTimeInterval

Attribut	Type	Description
<i>start</i>	dateTime	Date et heure de début de l'intervalle.
<i>end</i>	dateTime	Date et heure de fin de l'intervalle.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

5.2.4 Type complexe **Status**

Le type complexe **Status** est décrit comme suit: "Informations relatives au statut actuel pertinentes pour une entité". Voir le Tableau 8.

Tableau 8 – Attributs de Status

Attribut	Type	Description
<i>dateTime</i>	dateTime	Date et heure pour lesquelles s'applique la valeur ("value") de statut.
<i>reason</i>	string	Code raison ou explication qui indique pourquoi un objet est passé à la "value" courante de statut.
<i>remark</i>	string	Informations pertinentes relatives à la "value" courante, sous forme de texte libre.
<i>value</i>	string	Valeur de Status à la date et heure "dateTime"; des changements de statut antérieurs peuvent avoir été conservés dans des instances d'enregistrements d'activité associées à l'objet auquel s'applique ce statut.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

5.2.5 Types complexes **StreetAddress**, **StreetDetail** et **TownDetail**

Le type complexe **StreetAddress** est décrit comme suit: "Informations d'usage général relatives à la rue et à l'adresse postale". Voir le Tableau 9.

Tableau 9 – Attributs de StreetAddress

Attribut	Type	Description
<i>poBox</i>	string	Boîte postale.
<i>postalCode</i>	string	Code postal de l'adresse.
<i>status</i>	Status	Statut de l'adresse.
<i>streetDetail</i>	StreetDetail	Détails relatifs à la rue.
<i>townDetail</i>	TownDetail	Détails relatifs à la ville.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug.		

Le type complexe **StreetDetail** est décrit comme suit: "Informations d'usage général relatives à la rue et à l'adresse postale". Voir le Tableau 10.

Tableau 10 – Attributs de StreetDetail

Attribut	Type	Description
<i>addressGeneral</i>	string	Première ligne d'une adresse de forme libre ou informations d'adresse complémentaires (par exemple, boîte postale).
<i>addressGeneral2</i>	string	Deuxième ligne d'une adresse de forme libre.
<i>addressGeneral3</i>	string	Troisième ligne d'une adresse de forme libre.
<i>buildingName</i>	string	Dans certains cas, l'emplacement physique du lieu d'intérêt n'a pas de point d'entrée direct à partir de la rue, mais peut être situé à l'intérieur d'une structure plus large telle qu'un bâtiment, un complexe, un bloc de bureaux, un appartement, etc.
<i>code</i>	string	Les entreprises de services publics utilisent souvent des systèmes de référence externes, tels que ceux du système de cartographie du département d'urbanisation ou de l'arpenteur en chef, qui attribuent des codes de référence globaux aux rues.
<i>name</i>	string	Nom de la rue.
<i>number</i>	string	Appellation de l'emplacement spécifique dans la rue.
<i>prefix</i>	string	Préfixe du nom de la rue. Par exemple: Nord, Sud, Est, Ouest.
<i>suffix</i>	string	Suffixe du nom de la rue. Par exemple: Nord, Sud, Est, Ouest.
<i>suiteNumber</i>	string	Numéro de l'appartement ou de la suite.
<i>type</i>	string	Type de rue. Par exemple: rue, rond-point, boulevard, avenue, route, allée, etc.
<i>withinTownLimits</i>	boolean	Vrai si cette rue se situe dans les limites géographiques légales de la ville spécifiée (valeur par défaut).
Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug.		

Le type complexe **TownDetail** est décrit comme suit: "Coordonnées de la ville dans le contexte d'une adresse". Voir le Tableau 11.

Tableau 11 – Attributs de DownDetail

Attribut	Type	Description
<i>code</i>	string	Code de la ville.
<i>country</i>	string	Nom du pays.
<i>name</i>	string	Nom de la ville.
<i>section</i>	string	Section de la ville. Par exemple, il est courant d'avoir 36 sections par canton.
<i>stateOrProvince</i>	string	Nom de l'état ou de la province.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug.		

5.2.6 Types complexes **ElectronicAddress** et **TelephoneNumber**

Le type complexe **ElectronicAddress** est décrit comme suit: "Informations relatives à l'adresse électronique". Voir le Tableau 12.

Tableau 12 – Attributs de ElectronicAddress

Attribut	Type	Description
<i>email1</i>	string	Adresse de courriel (e-mail) principale.
<i>email2</i>	string	Adresse de courriel (e-mail) secondaire.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug.		

Le type complexe **TelephoneNumber** est décrit comme suit: "Numéro de téléphone". Voir le Tableau 13.

Tableau 13 – Attributs de TelephoneNumber

Attribut	Type	Description
<i>areaCode</i>	string	Code de zone ou de région.
<i>cityCode</i>	string	Code de ville.
<i>countryCode</i>	string	Code de pays.
<i>dialOut</i>	string	Code d'accès à une ligne extérieure, par exemple pour appeler à l'extérieur d'une entreprise.
<i>extension</i>	string	Extension ou poste du numéro de téléphone.
<i>internationalPrefix</i>	string	Préfixe utilisé pour appeler un numéro international.
<i>ituPhone</i>	string	Numéro de téléphone conforme à l'UIT E.164.
<i>localNumber</i>	string	Partie principale (locale) du numéro de téléphone.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug.		

5.2.7 Classes **Document** et **Agreement**

La classe **Document** est décrite comme suit: "Classe parente pour les différents groupements d'informations recueillies et gérées en tant que partie intégrante d'un processus métier. Elle contient souvent des références à d'autres objets, tels que les actifs, les personnes et les ressources du système électrique.". Voir le Tableau 14.

Tableau 14 – Attributs de Document

Attribut	Type	Description
<i>comment</i>	string	Commentaire en texte libre.
<i>createdDateTime</i>	dateTime	Date et heure auxquelles ce document a été créé.
<i>revisionNumber</i>	string	Numéro de révision de ce document.
<i>subject</i>	string	Sujet du document.
<i>title</i>	string	Titre du document.
<i>type</i>	string	Catégorisation de ce document spécifique aux entreprises de service public, en fonction de leurs normes d'entreprise, de leurs pratiques et de leurs systèmes TI existants (par exemple, pour la gestion des actifs, de la maintenance, des travaux, des interruptions de service, des clients, etc.).
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

La classe **Agreement** est une classe **Document** spécialisée et elle est décrite comme suit: "Accord formel entre deux parties définissant les termes et conditions pour un ensemble de services. Les spécifications des services sont, à leur tour, définies par un ou plusieurs accords de service." Voir le Tableau 15.

Tableau 15 – Attributs d'Agreement

Attribut	Type	Description
<i>signDate</i>	date	Date à laquelle cet accord a été conclu entre les personnes et/ou organisations associées.
<i>validityInterval</i>	DateTime Interval	Intervalle de date et d'heure pendant lequel cet accord est valide (de son entrée en vigueur jusqu'à sa fin).
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

5.2.8 Classes Location, CoordinateSystem et PositionPoint

La classe **Location** est décrite comme suit: "L'endroit, le lieu ou le point de quelque chose où s'est trouvé, se trouve et/ou se trouvera quelqu'un ou quelque chose à un instant donné. Il peut être défini avec un ou plusieurs points de position (coordonnées) dans un système de coordonnées donné.". Voir le Tableau 16.

Tableau 16 – Attributs de Location

Attribut	Type	Description
<i>type</i>	string	Catégorie par normes et pratiques professionnelles de l'entreprise de service public, relative à l'emplacement lui-même (par exemple, géographique, comptabilité par fonctions, etc., pas une propriété donnée qui existe en cet emplacement).
<i>CoordinateSystem</i>	CoordinateSystem	Système de coordonnées utilisé pour décrire les points de position de cet emplacement.
<i>electronicAddress</i>	ElectronicAddress	Adresse électronique.
<i>mainAddress</i>	StreetAddress	Adresse principale de l'emplacement.
<i>phone1</i>	TelephoneNumber	Numéro de téléphone.
<i>PositionPoints</i>	PositionPoint	Séquence des points de position qui décrivent cet emplacement, exprimée dans le système de coordonnées "Location.CoordinateSystem".
<i>secondaryAddress</i>	StreetAddress	Adresse secondaire de l'emplacement. Par exemple, l'adresse de boîte postale peut avoir un code postal différent de celui indiqué dans "mainAddress".
<i>status</i>	Status	Statut de cet emplacement.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

La classe **CoordinateSystem** est décrite comme suit: "Système de référence de coordonnées". Voir le Tableau 17.

Tableau 17 – Attributs de CoordinateSystem

Attribut	Type	Description
crsUrn	string	Nom de ressource uniforme (URN, <i>Uniform Resource Name</i>) du système de référence de coordonnées (crs, <i>coordinate reference system</i>) utilisé pour définir les "Location.PositionPoints". Un exemple est le code du European Petroleum Survey Group (EPSG) pour un système de référence de coordonnées, défini dans l'URN dans le cadre de l'espace de noms du Open Geospatial Consortium (OGC) comme: urn:ogc:def:uom:EPSG::XXXX, où XXXX est un code EPSG (une liste complète des codes peut être consultée sur le site web de l'EPSG Registry à l'adresse http://www.epsg-registry.org/). Pour définir le système de coordonnées comme étant WGS84 (latitude, longitude) avec un EPSG OGC, cet attribut est urn:ogc:def:uom:EPSG::4236. Il convient qu'un profil limite ce code à un ensemble d'URN admis, fixé par accord entre toutes les parties expéditrices et destinataires.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

La classe **PositionPoint** est décrite comme suit: "Jeu de coordonnées spatiales qui déterminent un point défini dans le système de coordonnées spécifié dans "Location.CoordinateSystem". Utiliser une seule instance de point de position pour décrire un emplacement ponctuel. Utiliser une séquence de points de position pour décrire un objet orienté ligne (emplacement physique d'objets non ponctuels tels que les câbles ou lignes) ou une zone d'un objet (comme un poste ou une zone géographique – dans ce cas, les premier et dernier points de position possèdent les mêmes valeurs)." Voir le Tableau 18.

Tableau 18 – Attributs de PositionPoint

Attribut	Type	Description
xPosition	string	Position sur l'axe X.
yPosition	string	Position sur l'axe Y.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

5.3 Types de données partagés

Les profils de messages IEC 62746 partagent des définitions communes pour les types de données, comme cela est documenté dans l'IEC 61970-301. Le Tableau 19 documente les types de données liés à la définition des unités de mesure, l'IEC 62746 réduisant ces longues listes à des listes plus courtes applicables à des mises en œuvre à court terme. Les différentes personnes chargées de la mise en œuvre peuvent ajouter des valeurs supplémentaires si nécessaire, ou la norme peut être étendue à l'avenir.

Tableau 19 – Types de données UnitSymbol et UnitMultiplier

Type de données	Définition	Chaînes admises	Détails de l'énumération
Unit Symbol	Unités définies pour utilisation dans le modèle CIM.	kg	Masse en kilogrammes. Note: le multiplicateur "k" est inclus dans ce symbole d'unité à des fins de compatibilité avec l'IEC 61850-7-3.
		min	Temps en minutes, minute = 60 s.
		W	Puissance réelle en watt (J/s). La puissance électrique peut avoir des composants réels et réactifs.
		Wh	Énergie réelle en watts-heures.
		WPers	Taux de variation en watts par seconde.
Unit Multiplier	Multiplicateurs d'unité définis pour le modèle CIM. Lorsque les symboles d'unité contiennent déjà un multiplicateur, les deux multiplicateurs sont utilisés. Par exemple, l'un utilise le multiplicateur "none" pour échanger des kilogrammes avec le symbole kg, l'autre utilise le multiplicateur "k" pour échanger une tonne métrique (Mg).	M	Méga 10**6.
		k	Kilo 10**3.
		none	Pas de multiplicateur ou multiplication par 1.

Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.

Le Tableau 20 décrit les types de données Yes/No, Priority et Currency.

Tableau 20 – Types de données Yes/No, Priority et Currency

Type de données	Définition	Chaînes admises	Détails de l'énumération
YesNo	Utilisé comme indicateur défini sur Yes ou No.	YES	
		NO	
Priority Kind	Catégorisation de priorité des charges associées aux ressources décentralisées.	high	
		medium	
		low	
Currency	Devises monétaires. Norme ISO 4217 qui comprend un code de devise à 3 caractères.	CAD	Dollar canadien
		EUR	Euro
		GBP	Livre sterling
		JPY	Yen japonais
		CNY	Yuan chinois
		USD	Dollar des États-Unis
	...		

Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.

NOTE Ce tableau donne un échantillon des valeurs possibles pour le type de données Currency.

Tableau 21 – Énumérations relatives au marché

Type de données	Chaînes admises	Détails de l'énumération
Market Type	DAM	Marché à 24 h
	HAM	Marché à 1 h
	RTM	Marché en temps réel
	RUC	Engagement unitaire résiduel
Market Product Type	EN	Énergie dont le prix est généralement fixé par kWh ou MWh.
	SR	Réserve tournante ou réserve pour éventualités dont le prix est généralement fixé par kWh ou MWh.
	NR	Réserve non tournante ou réserve pour remplacement dont le prix est généralement fixé par kWh ou MWh.
	RPU	RampUp: Injection de puissance dont le prix est généralement fixé par kW ou MW.
	RPD	RampDown: Prélèvement de puissance dont le prix est généralement fixé par kW ou MW.
	LFU	Suivi ascendant de la charge (injection de puissance) dont le prix est généralement fixé par kW ou MW.
	LFD	Suivi descendant de la charge (prélèvement de puissance) dont le prix est généralement fixé par kW ou MW.
	REG	Service de régulation de fréquence (injection et/ou prélèvement)
	RU	Service de régulation de fréquence (injection d'énergie)
	RD	Service de régulation de fréquence (prélèvement d'énergie)
	RMU	Régulation du millage à la hausse.
	RMD	Régulation du millage à la baisse.
	CO2e	L'équivalent dioxyde de carbone est une mesure métrique utilisée pour comparer les émissions de différents gaz à effet de serre d'après leur potentiel de réchauffement du globe (PRG), en convertissant les quantités d'autres gaz en quantité équivalente de dioxyde de carbone avec le même potentiel de réchauffement de globe.
	RC	Ressources à capacité disponible pour un marché à terme comme que le marché à 24 h qui sont attribuées selon les besoins de celui-ci à des fins d'adéquation (c'est-à-dire de fiabilité) des ressources. RC représente le processus d'engagement unitaire de fiabilité.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCALug.		

Si les contraintes relatives aux chaînes admises du Tableau 21 ne sont pas compatibles avec une exigence locale ou si elles ne peuvent pas être mappées de manière logique avec une telle exigence, des énumérations supplémentaires peuvent être ajoutées au profil sous la forme d'une extension locale non normalisée.

Tableau 22 – Énumérations relatives aux prix

Type de données	Chaînes admises	Détails de l'énumération
Price Type Kind	capacity	La contribution au prix de l'électricité liée à la répartition des coûts des capacités.
	congestion	La contribution au prix de l'électricité due à une capacité de transport limitée.
	delivery	La contribution au prix de l'électricité liée aux services de distribution.
	Perte	La contribution au prix de l'électricité fondée sur les pertes techniques.
	mileage	La contribution au prix de l'électricité fondée sur le total des services de production et de consommation, le plus souvent dans la tarification de régulation.
	system	Le prix de l'installation de production qui fournit la "dernière" unité d'électricité; également appelé lambda du système ou coût marginal du système.
	total	Le coût de l'électricité pour un client final; il s'agit le plus souvent d'une somme de plusieurs autres composantes de prix; par exemple prix total = prix du système + prix de la congestion + prix des pertes.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

Si les contraintes relatives aux chaînes admises du Tableau 22 ne sont pas compatibles avec une exigence locale ou si elles ne peuvent pas être mappées de manière logique avec une telle exigence, des énumérations supplémentaires peuvent être ajoutées au profil sous la forme d'une extension locale non normalisée.

IECNORM.COM : Click to view the full text of IEC 62746-4:2024

Tableau 23 – Énumérations relatives aux ressources

Type de données	Chaînes admises	Détails de l'énumération
Resource Capacity Type	FO	Offre flexible
	MO	Offre obligatoire
	NR	Réserve non tournante
	RA	Adéquation des ressources
	RD	Régulation à la baisse
	RMR	Fiabilité obligatoire
	RU	Régulation à la hausse
	SR	Réserve tournante
Resource Certification Kind	Energy	
	Capacity	
	RegulationUp	Régulation à la hausse (RU, REGUP)
	RegulationDown	Régulation à la baisse (RD, REGDN)
	SpinningReserve	Réserve tournante (SR, RRSPIN)
	NonSpinningReserve	Réserve non tournante (NR, NONSPIN)
	DemandSideResponse	Réponse côté demande (DSR)
	IntermittentResource	Ressource intermittente
	ReliabilityMustRun	Fiabilité obligatoire (RMR)
	ReliabilityUnitCommitment	Engagement unitaire de fiabilité (RUC)
	SynchronousCondenser	Condenseur synchrone (SYNCCOND)
	BLACKSTART	Démarrage à froid
Resource Registration Status	Planned	Le statut d'enregistrement de la ressource est à l'étape de planification
	Active	Le statut d'enregistrement de la ressource est actif
	Inactive	Le statut d'enregistrement de la ressource est inactif
	Decommissioned	Le statut d'enregistrement de la ressource est désactivé
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

Si les contraintes relatives aux chaînes admises du Tableau 23 ne sont pas compatibles avec une exigence locale ou si elles ne peuvent pas être mappées de manière logique avec une telle exigence, des énumérations supplémentaires peuvent être ajoutées au profil sous la forme d'une extension locale non normalisée, comme cela est décrit dans le Tableau 24.

Tableau 24 – Énumérations relatives à la programmation

Type de données	Chaînes admises	Détails de l'énumération
Schedule Kind	generation	La ressource fonctionne comme une ressource de production, où un montant positif correspond à une injection d'énergie et/ou de services de soutien au réseau. Le montant de l'énergie est un niveau absolu compris comme un point de consigne de production. Les valeurs négatives sont acceptables et représentent un point de consigne de prélèvement d'énergie. Pour les ressources de stockage d'énergie, un montant positif représente un point de consigne à l'état de décharge.
	load	La ressource fonctionne comme une ressource de charge, où un montant positif correspond à un prélèvement d'énergie et/ou de services de soutien au réseau. Le montant de l'énergie est un niveau absolu compris comme un point de consigne de consommation. Les valeurs négatives sont acceptables et représentent un point de consigne d'injection d'énergie. Pour les ressources de stockage d'énergie, un montant positif représente un point de consigne à l'état de charge.
	loadIncrease	La ressource fonctionne comme une charge variable, où un montant positif correspond à une augmentation de charge relative. Le niveau est relatif, il s'agit généralement d'un décalage vers le haut par rapport à un niveau de référence comme la consommation actuelle ou une consommation de référence calculée. Les valeurs négatives sont acceptables et représentent une réduction de charge. Pour les ressources de stockage d'énergie, un montant positif représente une vitesse de charge plus rapide, un changement d'état de décharge (ou hors ligne) à charge, ou une vitesse de décharge plus lente.
	loadReduction	La ressource fonctionne comme une charge compressible, où un montant positif correspond à une réduction de charge relative. Le niveau est relatif, il s'agit généralement d'un décalage vers le bas par rapport à un niveau de référence comme la consommation actuelle ou une consommation de référence calculée. Les valeurs négatives sont acceptables et représentent une augmentation de la charge. Pour les ressources de stockage d'énergie, un montant positif représente une vitesse de charge plus lente, un changement d'état de charge (ou hors ligne) à décharge, ou une vitesse de décharge plus rapide.
	generationIncrease	La ressource fonctionne principalement comme une ressource de production variable, où un montant positif correspond à une augmentation de production relative.
	generationReduction	La ressource fonctionne principalement comme une ressource de production variable, où un montant positif correspond à une réduction de production relative.
Automatic Displnstype Commitment	ACTIVATE	L'activation représente un appel à la fourniture de services réseau. L'appel provient généralement de l'opérateur de réseau ou passe par un agrégateur et interrompt le contrôle local. Un appel peut représenter un nombre quelconque d'actions, y compris l'augmentation ou la diminution de la consommation et/ou de la production de puissance.
	ADJUSTMENT	L'ajustement représente une variation du niveau des services réseau fournis.
	RELEASE	La libération représente la fin de l'appel à la fourniture de services réseau. Cela permet à la ressource d'effectuer sa propre activité.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.		

6 Profils de messages

6.1 Généralités

Le présent article fournit une description narrative des profils de messages IEC 62746. Des diagrammes abrégés qui représentent les profils sont inclus dans chaque paragraphe. Des représentations complètes des profils sont fournies sous forme de schémas UML (Annexe B) et de fichiers XSD (Annexe C), avec des modèles de messages (Annexe D).

L'IEC 61968-100 définit la façon dont les messages peuvent être échangés entre des systèmes coopérants afin de faciliter le transfert de données spécifiques à une application, telles que celles définies dans le présent document.

6.2 Profil DER du marché

6.2.1 Généralités

MarketDER décrit les caractéristiques de niveau marché d'une DER ou d'une agrégation de DER. Il est important de noter que le message **MarketDER** homogénéise les différentes technologies de DER au point que chaque DER peut être considérée individuellement pour la fourniture de services de marché. S'il est envoyé par le rôle de ressource, le message est généralement compris comme une déclaration de capacité. S'il est envoyé par le rôle d'opérateur, le message est généralement compris comme un rapport de la capacité convenue, ou éventuellement de la capacité calculée à partir de performances historiques.

Ce profil s'appuie sur la modélisation décrite dans les paragraphes suivants:

- 4.3.2 Modélisation des ressources
- 4.3.3 Modélisation de l'emplacement des ressources

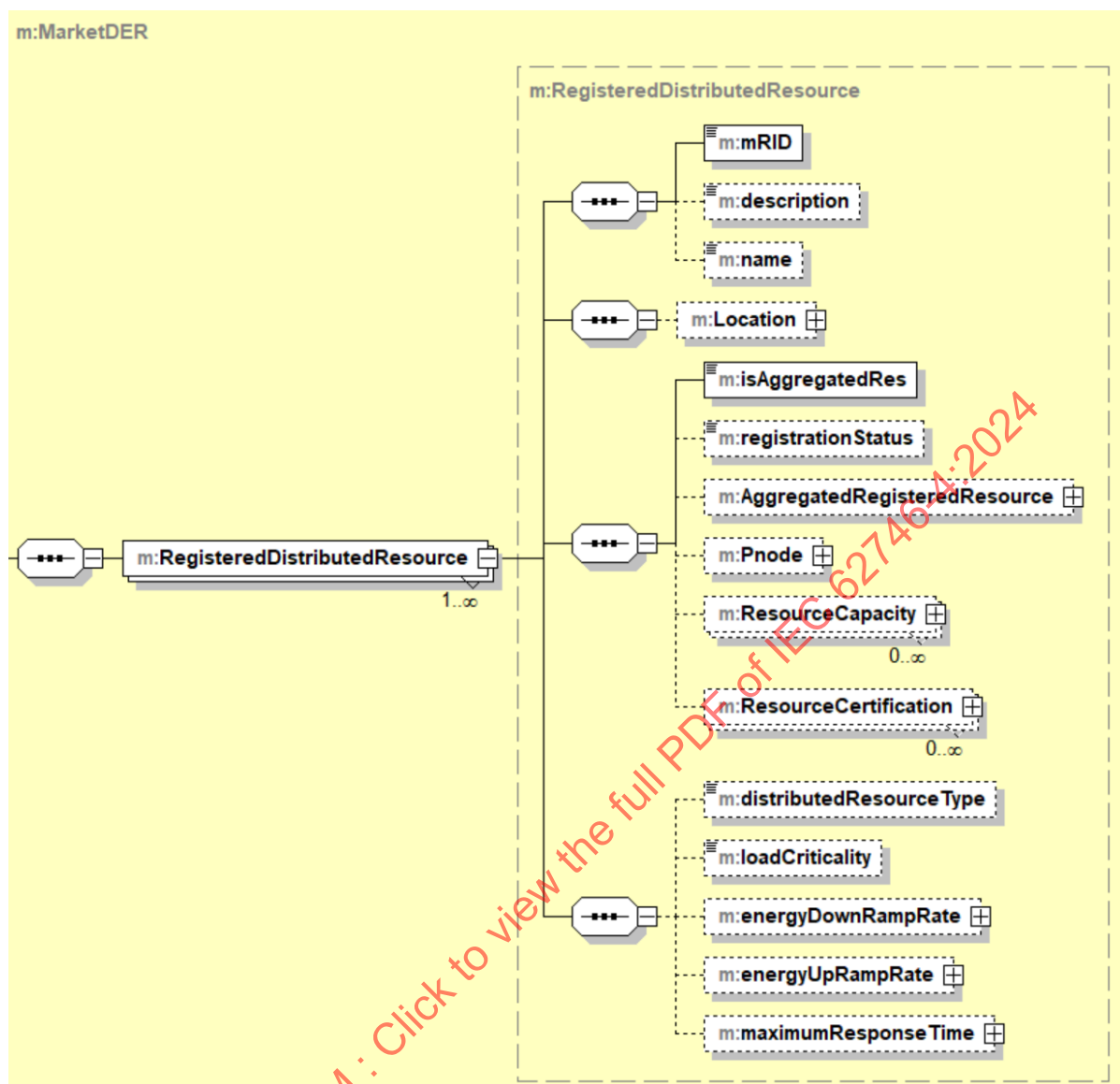
6.2.2 Applications

Le profil **MarketDER** doit être échangé dès lors que les caractéristiques de niveau marché d'une DER ou d'une agrégation de DER varient. Le profil **MarketDER** peut également être utilisé pour confirmer la compréhension mutuelle des capacités DER entre l'entité qui joue le rôle d'opérateur et l'entité qui joue le rôle de ressource.

6.2.3 Schéma

Le schéma est représenté à la Figure 16 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 25. Les détails des éléments communs utilisés dans ce schéma sont les suivants:

- 5.1 *mRID*, *description* et *name*
- 5.2.8 *Location*



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

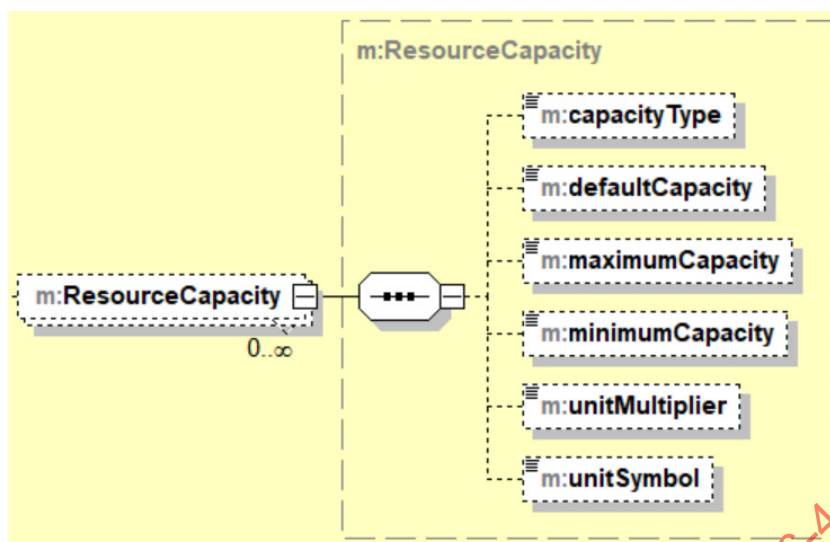
Figure 16 – Schéma MarketDER

Tableau 25 – Attributs de MarketDER

Élément	Type	Multiplicité	Description
Attributs de RegisteredResource			
<i>isAggregatedRes</i>	YesNo	Exigé	Indicateur qui indique si une ressource est une ressource agrégée.
<i>registration Status</i>	Resource Registration Status	Facultatif	Statut d'enregistrement d'une ressource – Planned, Active, Inactive ou Decommissioned. État actuel d'enregistrement de la ressource qui décrit le cycle de vie de la conception initiale à la désactivation finale.
Aggregated Registered Resource	(Élément associé)	Facultatif	mRID de référence
Pnode	(Élément associé)	Facultatif	mRID de référence
Resource Capacity	(Élément associé)	Facultatif Non lié	(Voir ci-dessous)
Resource Certification	(Élément associé)	Facultatif Non lié	(Voir ci-dessous)
Attributs de RegisteredDistributedResource			
<i>distributed ResourceType</i>	string	Facultatif	Le type de ressource. Exemples: cellule élémentaire à combustible, volant d'inertie, photovoltaïque, microturbine, production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE), véhicule-vers-réseau (V2G, <i>Vehicle to Grid</i>), stockage distribué d'énergie (DES, <i>Distributed Energy Storage</i>), entre autres.
<i>loadCriticality</i>	PriorityKind	Facultatif	La criticité de la charge permet la priorisation des charges associées aux ressources décentralisées.
<i>energyDown RampRate</i>	ActivePower ChangeRate	Facultatif	Taux de réponse en watts par seconde pour réduire la production d'énergie de la ressource ou augmenter la consommation d'énergie de la ressource.
<i>energyUp RampRate</i>	ActivePower ChangeRate	Facultatif	Taux de réponse en watts par seconde pour augmenter la production d'énergie de la ressource ou diminuer la consommation d'énergie de la ressource.
<i>maximum ResponseTime</i>	Seconds	Facultatif	Délai dans lequel l'instruction peut être exécutée de façon fiable par la ressource. En général, ce délai doit être inférieur au temps de réponse minimal pour le service.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.			

ResourceCapacity

Le schéma est représenté à la Figure 17 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 26.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 17 – Sous-schéma ResourceCapacity

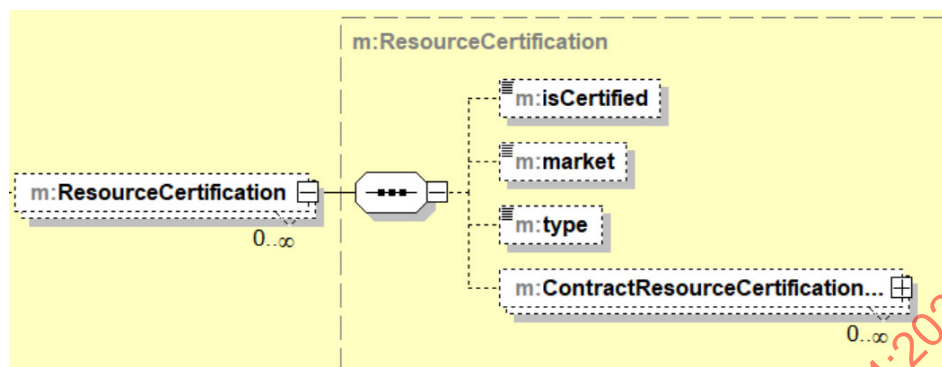
Tableau 26 – Attributs de ResourceCapacity

Élément	Type	Multiplicité	Description
Attributs de ResourceCapacity			
<i>capacityType</i>	ResourceCapacityType	Facultatif	type de capacité
<i>defaultCapacity</i>	decimal	Facultatif	capacité par défaut
<i>maximumCapacity</i>	decimal	Facultatif	capacité maximale
<i>minimumCapacity</i>	decimal	Facultatif	capacité minimale
<i>unitMultiplier</i>	UnitMultiplier	Facultatif	Choix du multiplicateur d'unité pour les valeurs de capacité.
<i>unitSymbol</i>	UnitSymbol	Facultatif	Choix de l'unité pour les valeurs de capacité.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.			

Pour obtenir des informations sur les concepts de modélisation de la capacité des ressources, voir le 4.3.4.

ResourceCertification

Le schéma est représenté à la Figure 18 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 27.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 18 – Sous-schéma ResourceCertification

Tableau 27 – Attributs de ResourceCertification

Élément	Type	Multiplicité	Description
Attributs de ResourceCertification			
market	MarketType	Facultatif	(Voir Tableau 21)
isCertified	Boolean	Facultatif	Statut de la certification ("YES" = Actif, "NO" = Inactif). Indique que la ressource est certifiée pour le marché (qui est une forme de MarketType) et le type (qui est une forme de ResourceCertificationType) spécifiés.
type	Resource CertificationKind	Facultatif	Type de certification de ressource décrit par ResourceCertificationKind. Une ressource peut disposer d'un seul ou d'un grand nombre de types de certifications, en fonction de ses capacités. Par exemple, une ressource peut être certifiée pour l'énergie puis pour un service de réserve.
Attributs de ResourceCertification			
type	string	Facultatif	(Voir 5.2.7)

Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.

6.3 Profil de la courbe énergétique de référence

6.3.1 Généralités

ReferenceEnergyCurve décrit la consommation et/ou la production dans le temps d'une DER/d'un client/d'un agrégateur. La période spécifiée est divisée en intervalles fixes. Pour chaque intervalle, trois valeurs au maximum peuvent être spécifiées. **ReferenceEnergyCurve** prend racine dans la classe *RegisteredResource* et peut contenir plus d'une série chronologique dans chaque échange.

Ce profil s'appuie sur la modélisation décrite dans les paragraphes suivants:

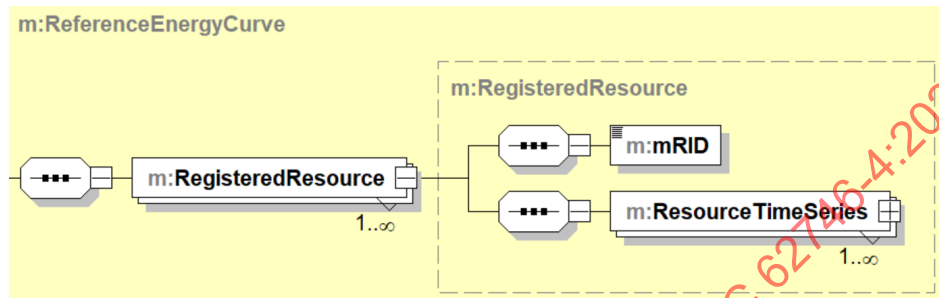
- 4.3.2 Modélisation des ressources
- 4.3.5 Modélisation du programme énergétique

6.3.2 Applications

ReferenceEnergyCurve est utilisé pour échanger des valeurs d'énergie en fonction d'un intervalle de temps, y compris, entre autres, les prévisions énergétiques, les prédictions énergétiques, les programmes énergétiques, les schémas énergétiques et l'utilisation de l'énergie.

6.3.3 Schéma

Le schéma est représenté à la Figure 19.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

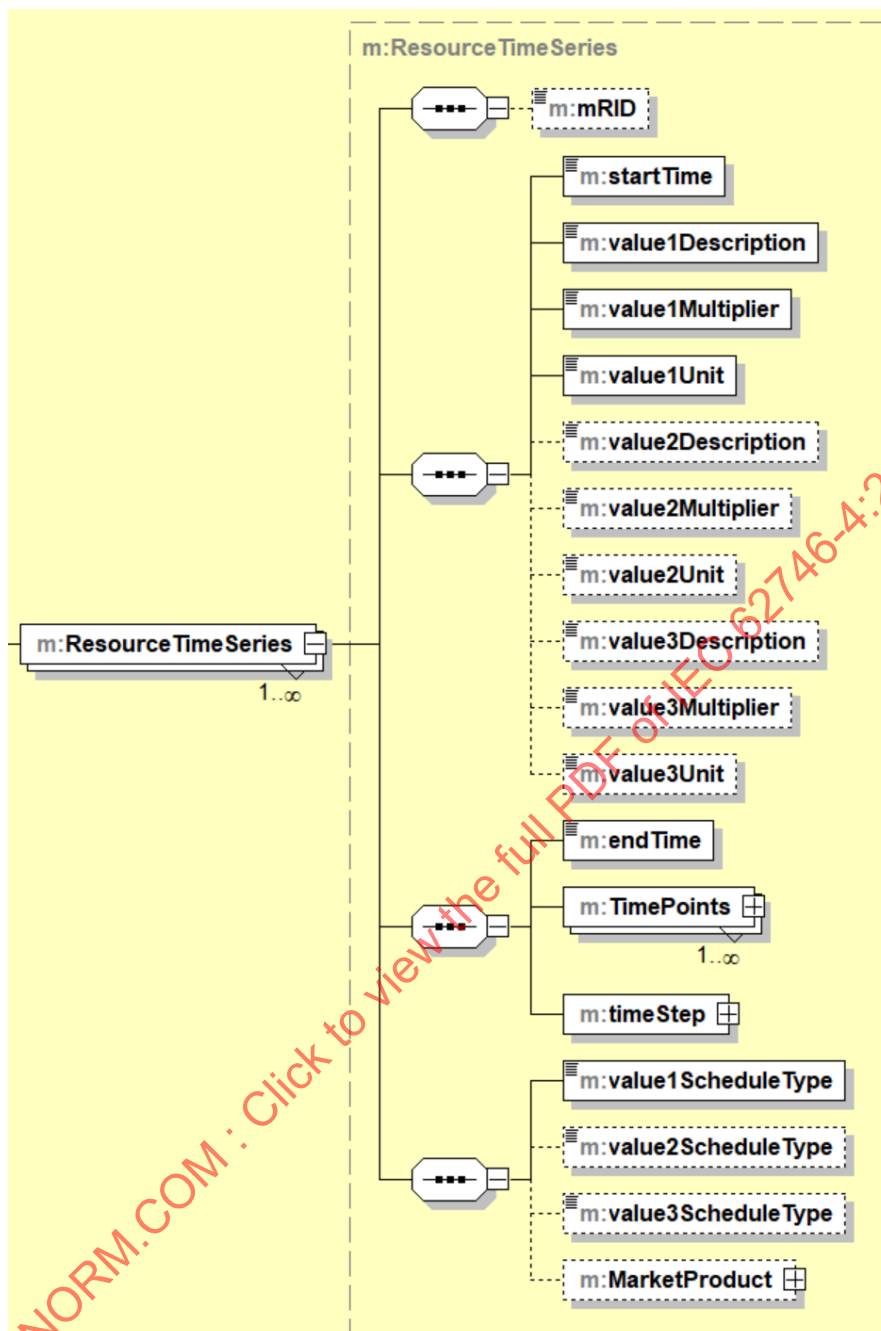
Figure 19 – Schéma de la courbe énergétique de référence

Les détails des éléments généraux utilisés dans le schéma représenté à la Figure 19 sont les suivants:

- 5.1 *mRID* et *name*

RegisteredResource est un *mRID* de référence.

ResourceTimeSeries est une classe associée et exige une description plus détaillée. Le schéma est représenté à la Figure 20 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 28.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

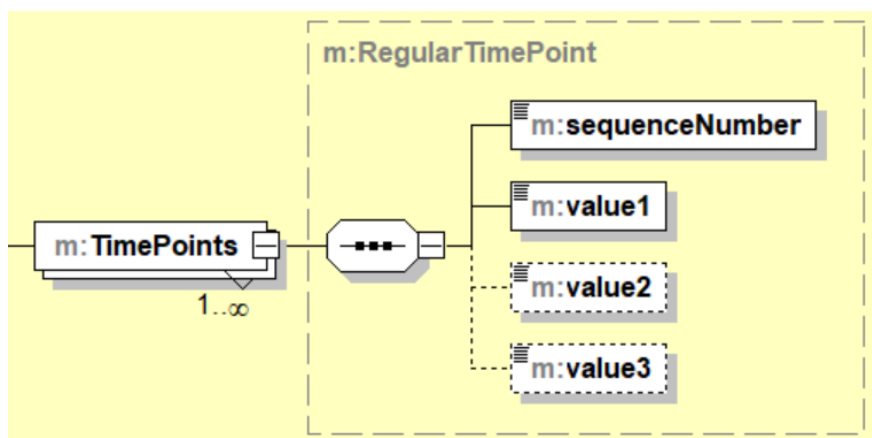
Figure 20 – Sous-schéma ResourceTimeSeries

Tableau 28 – Attributs de ResourceTimeSeries

Élément	Type	Multiplicité	Description
Attributs de BasicIntervalSchedule			
<i>startTime</i>	<i>dateTime</i>	Obligatoire	Date et heure du premier point temporel.
<i>value1Description</i>	<i>string</i>	Obligatoire	Description de la value1 contenue dans ResourceTimeSeriesFactor.
<i>value1Multiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Obligatoire	Multiplicateur de value1.
<i>value1Unit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Obligatoire	Unités de mesure de value1.
<i>value2Description</i>	<i>string</i>	Facultatif	Description de la value2 contenue dans ResourceTimeSeriesFactor.
<i>value2Unit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Facultatif	Unités de mesure Value2.
<i>value2Multiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Facultatif	Multiplicateur de value2.
<i>value3Description</i>	<i>string</i>	Facultatif	Description de la value3 contenue dans ResourceTimeSeriesFactor.
<i>value3Unit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Facultatif	Unités de mesure Value3.
<i>value3Multiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Facultatif	Multiplicateur de value3.
Attributs de RegularIntervalSchedule			
<i>endTime</i>	<i>dateTime</i>	Obligatoire	Date et heure du dernier point temporel.
<i>timeStep</i>	<i>Seconds</i>	Obligatoire	Intervalle entre chaque paire de points temporels réguliers suivants dans l'ordre séquentiel.
<i>TimePoints</i>	(Élément associé)	Obligatoire Non lié	Les valeurs de données des points temporels des intervalles réguliers qui définissent ce programme.
Attributs de ResourceTimeSeries			
<i>value1 ScheduleType</i>	<i>ScheduleKind</i>	Obligatoire	(Voir Tableau 24)
<i>value2 ScheduleType</i>	<i>ScheduleKind</i>	Facultatif	(Voir Tableau 24)
<i>value3 ScheduleType</i>	<i>ScheduleKind</i>	Facultatif	(Voir Tableau 24)
<i>MarketProduct</i>	<i>MarketProduct</i>	Facultatif	(Voir Tableau 21)
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.			

TimePoints

Le schéma est représenté à la Figure 21 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 29.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 21 – Sous-schéma TimePoints

Tableau 29 – Attributs de TimePoints

Élément	Type	Multiplicité	Description
Attributs de RegularTimePoint			
<i>sequence Number</i>	integer	Obligatoire	Position du point temporel normal dans la séquence. Noter que les points temporels ne sont pas nécessairement séquentiels, c'est-à-dire que des points temporels peuvent ne pas être pris en compte. La durée réelle d'un RegularTimePoint est calculée en multipliant l'intervalle du programme périodique associé par le numéro séquentiel du point temporel normal, et en ajoutant l'heure de début des programmes associés.
<i>value1</i>	float	Obligatoire	Première valeur au moment donné. La signification de la valeur est définie par le type dérivé du programme associé.
<i>value2</i>	float	Facultatif	Deuxième valeur au moment donné. La signification de la valeur est définie par le type dérivé du programme associé.
<i>value3</i>	float	Facultatif	Troisième valeur au moment donné. La signification de la valeur est définie par le type dérivé du programme associé.
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.			

6.4 Profil de la courbe des tentatives de prise/offres

6.4.1 Généralités

MarketDERBidOffer décrit le point de prix souhaité auquel ou au-dessus duquel une DER est prête à fournir des services (une offre) ou auquel ou au-dessous duquel une DER est prête à consommer des services (une tentative de prise).

Ce profil s'appuie sur la modélisation décrite dans les paragraphes suivants:

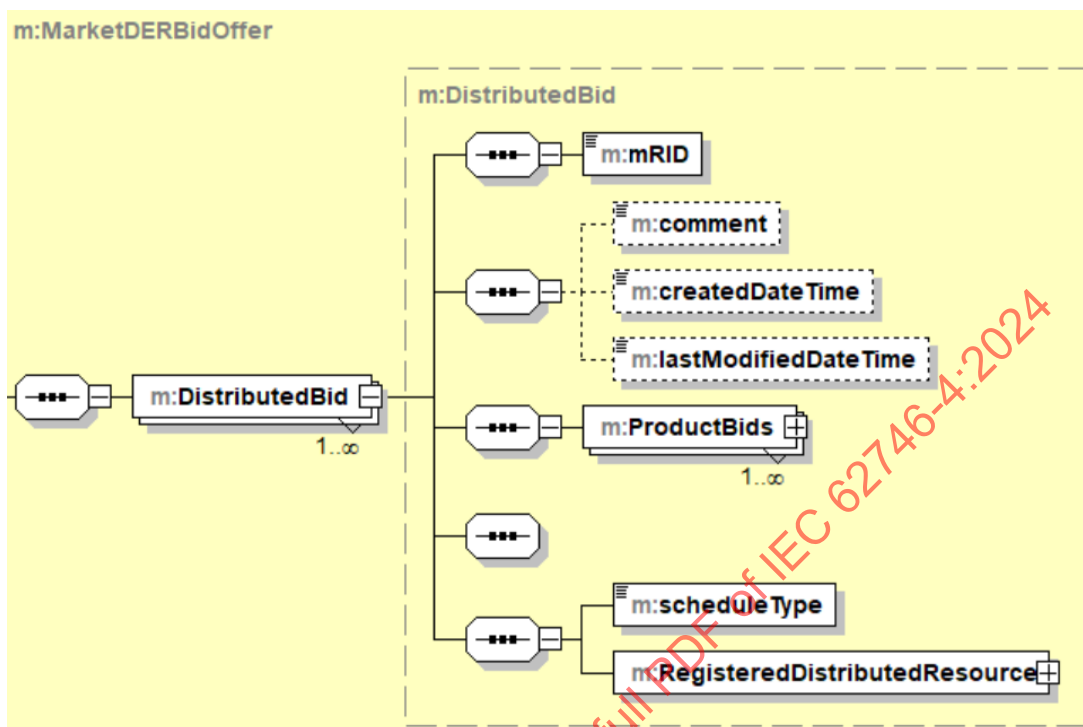
- 4.3.2 Modélisation des ressources
- 4.3.5 Modélisation du programme énergétique
- 4.3.6 Modélisation des tentatives de prise/offres

6.4.2 Applications

MarketDERBidOffer est utilisé pour soumettre des données à un opérateur de réseau ou à un agrégateur sous la forme d'une tentative d'achat ou d'une offre de vente de services, ou pour soumettre des données sans prix, ce qui est également appelé programme libre, concernant la consommation et/ou la production de services.

6.4.3 Schéma

Le schéma est représenté à la Figure 22 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 30.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

Figure 22 – Schéma de la courbe des tentatives de prise/offres

Les détails des éléments généraux utilisés dans ce schéma sont les suivants:

- 5.1 *mRID* et *name*
- 5.2.7 *comment*, *createdDateTime* et *lastModifiedDateTime*

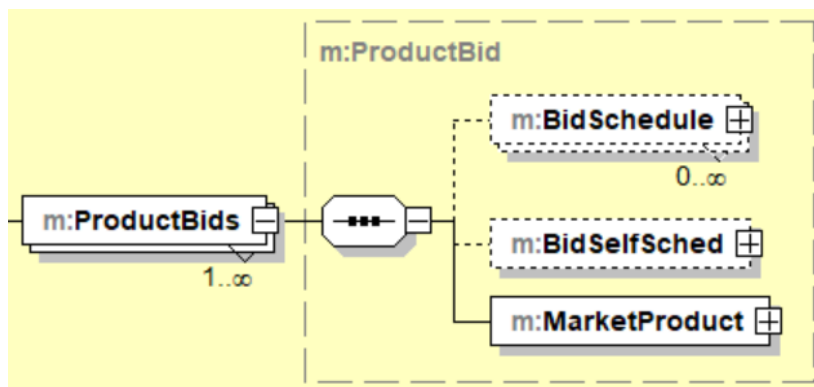
RegisteredResource est un mRID de référence.

Tableau 30 – Attributs de DistributedBid

Attribut	Type	Multiplicité	Description
Attributs de Bid			
<i>ProductBids</i>	<i>ProductBid</i>	Exigé Non lié	(Voir ci-dessous)
Attributs de DistributedResourceBid			
<i>scheduleType</i>	<i>ScheduleKind</i>	Exigé	(Voir Tableau 24)
<i>Registered Distributed Resource</i>	(Classe associée)	Exigé	mRID de référence

Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.

Les éléments de *ProductBids* sont complexes et exigent une description plus détaillée. Le schéma est représenté à la Figure 23 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 31.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

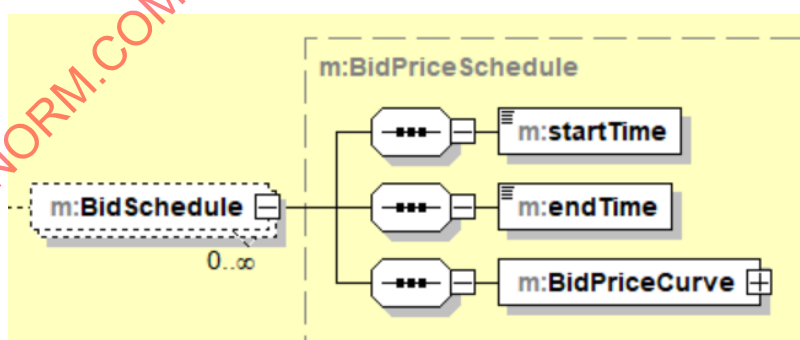
Figure 23 – Sous-schéma ProductBid

Pour un attribut *ProductBid* spécifique (et un *MarketProduct* spécifique), il convient d'utiliser soit *BidSchedule* si la tentative de prise/l'offre est sensible aux prix soit *BidSelfSched* si un programme libre est choisi.

Tableau 31 – Attributs de ProductBid

Attribut	Type	Multiplicité	Description
Attributs de ProductBid			
<i>BidSchedule</i>	<i>BidPriceSchedule</i>	Facultatif Non lié	(Voir ci-dessous)
<i>BidSelfSched</i>	<i>BidSelfSched</i>	Facultatif	(Voir ci-dessous)
<i>MarketProduct</i>	<i>MarketProduct</i>	Exigé	(Voir Tableau 21)

Si la tentative de prise/l'offre est sensible aux prix, l'option *BidSchedule* est utilisée, et la modélisation est différente. Le schéma est représenté à la Figure 24 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 32.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug

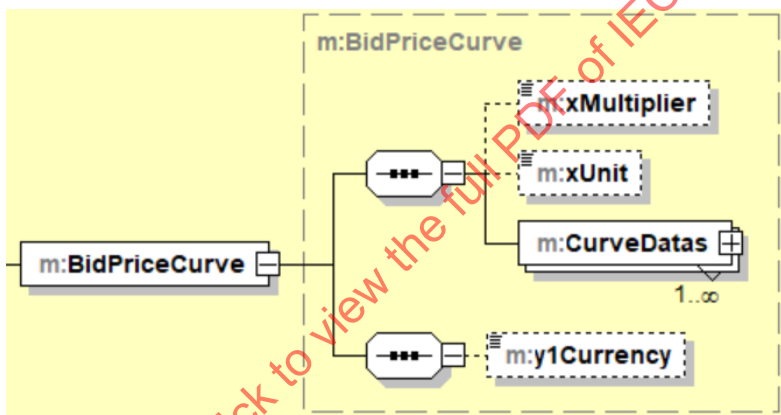
Figure 24 – Sous-schéma des tentatives de prise/offres sensibles aux prix

Tableau 32 – Attributs de BidSchedule

Élément	Type	Multiplicité	Description
Attributs de BasicIntervalSchedule			
<i>startTime</i>	dateTime	Exigé	Date et heure du premier point temporel.
Attributs de RegularIntervalSchedule			
<i>endTime</i>	dateTime	Exigé	Date et heure du dernier point temporel.
Associations à PriceBidSchedule			
<i>BidPriceCurve</i>	<i>BidPriceCurve</i>	Exigé	(Voir ci-dessous)
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.			

BidPriceCurve

Le schéma est représenté à la Figure 25 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 33.



Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.

Figure 25 – Sous-schéma BidPriceCurve**Tableau 33 – Attributs de BidPriceCurve**

Élément	Type	Multiplicité	Description
Attributs de Curve			
<i>xMultiplier</i>	<i>UnitMultiplier</i>	Facultatif	Multiplicateur de l'axe X.
<i>xUnit</i>	<i>UnitSymbol</i>	Facultatif	Unités de mesure de l'axe X.
<i>CurveDatas</i>	(Élément associé)	Exigé	(Voir ci-dessous)
Attributs de BidPriceCurve			
<i>y1Currency</i>	<i>Currency</i>	Facultatif	Devise pour l'axe y1 dans BidPriceCurve
Reproduit avec l'autorisation de l'UCAIug.			

CurveDatas

CurveDatas est la classe générale qui décrit une ou plusieurs ordonnées pour chaque valeur d'abscisse. Pour ce schéma de message, l'attribut *xvalue* est utilisé pour représenter un bloc d'énergie et l'attribut *y1value* est utilisé pour saisir le prix souhaité pour cette énergie. Le schéma est représenté à la Figure 26 et les attributs sont indiqués dans le Tableau 34.