

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Wind energy generation systems –
Part 26-1: Availability for wind energy generation systems**

**Systèmes de génération d'énergie éolienne –
Partie 26-1: Disponibilité des systèmes de génération d'énergie éolienne**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Wind energy generation systems –
Part 26-1: Availability for wind energy generation systems**

**Systèmes de génération d'énergie éolienne –
Partie 26-1: Disponibilité des systèmes de génération d'énergie éolienne**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.180

ISBN 978-2-8322-6797-4

**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.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	12
2 Normative references	12
3 Terms, definitions and abbreviated terms	13
3.1 Terms and definitions.....	13
3.2 Abbreviated terms.....	15
4 Information model.....	18
4.1 Basic model	18
4.2 Information categories	18
4.3 Information category priority	19
4.4 Services.....	20
4.5 Service delivery layers	21
4.5.1 General	21
4.5.2 Time layer	21
4.5.3 Actual service delivery layer	21
4.5.4 Potential service delivery layer	21
4.5.5 Lost service	22
4.6 Modelling multiple services	22
4.7 Determination of information categories for the WPS	24
4.8 Application of the information model to components of the WEGS.....	25
5 Information categories	25
5.1 INFORMATION AVAILABLE.....	25
5.2 OPERATIVE	26
5.3 IN SERVICE	26
5.3.1 General	26
5.3.2 FULL PERFORMANCE	26
5.3.3 PARTIAL PERFORMANCE	27
5.3.4 READY STANDBY	27
5.4 OUT OF SERVICE	28
5.4.1 General	28
5.4.2 TECHNICAL STANDBY	28
5.4.3 OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION	28
5.4.4 REQUESTED SHUTDOWN.....	29
5.4.5 OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION	29
5.5 NON-OPERATIVE.....	30
5.5.1 General	30
5.5.2 SCHEDULED MAINTENANCE	30
5.5.3 PLANNED CORRECTIVE ACTION	30
5.5.4 FORCED OUTAGE	31
5.5.5 SUSPENDED.....	31
5.6 FORCE MAJEURE.....	32
5.7 INFORMATION UNAVAILABLE.....	32
Annex A (informative) Entry and exit conditions overview for WEGS	33
Annex B (informative) Optional information categories for WEGS information model – illustrative explanation and examples	34

B.1	General.....	34
B.2	PARTIAL PERFORMANCE – optional categories	34
B.2.1	Introduction of optional categories	34
B.2.2	Derated	34
B.2.3	Degraded.....	35
B.3	OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – optional categories	36
B.3.1	Introduction of optional categories	36
B.3.2	Calm winds.....	36
B.3.3	Other environmental	36
B.4	PLANNED CORRECTIVE ACTION – optional categories	37
B.4.1	Introduction of optional categories	37
B.4.2	Retrofit	37
B.4.3	Upgrade	37
B.4.4	Other planned corrective action	37
B.5	FORCED OUTAGE – optional category.....	38
B.5.1	Introduction of optional categories	38
B.5.2	Response	38
B.5.3	Diagnostic	39
B.5.4	Logistic.....	39
B.5.5	Repair	39
B.6	SUSPENDED – optional categories.....	40
B.6.1	Introduction of optional categories	40
B.6.2	Suspended scheduled maintenance.....	40
B.6.3	Suspended planned corrective action	40
B.6.4	Suspended forced outage	40
B.7	Considerations of competing assignment of lost service.....	41
Annex C (informative)	Examples of availability indicators.....	42
C.1	General.....	42
C.1.1	Introduction to the scope of this annex	42
C.1.2	Time-based availability	42
C.1.3	Production-based availability	42
C.1.4	Mapping of availability and unavailability	43
C.2	Time-based availability	43
C.2.1	General	43
C.2.2	Time-based availability – "operational availability"	43
C.2.3	Time based availability – "technical availability"	45
C.3	Production-based availability	46
C.3.1	General	46
C.3.2	Production-based availability – "operational availability"	46
C.3.3	Production-based availability – "technical availability".....	47
C.4	Capacity factor and other performance indicators	48
C.4.1	General	48
C.4.2	Capacity factor	49
C.4.3	Production ratio	49
C.4.4	Mean-value based information.....	49
Annex D (informative)	Verification scenarios – examples	50
D.1	General.....	50
D.2	Time-based scenarios for a WTGS.....	50
D.2.1	Introduction to verification scenarios.....	50

D.2.2	Scenario 1 – communication aspects	51
D.2.3	Scenario 2 – partial operational aspects	52
D.2.4	Scenario 3 – maintenance aspects	53
D.2.5	Scenario 4 – operational aspects	54
D.2.6	Scenario 5 – grid/electrical network aspects	57
D.2.7	Scenario 6 – environmental aspects	58
D.3	Production-based scenarios for a WTGS	60
D.3.1	Introduction to verification scenarios	60
D.3.2	Scenarios under FULL PERFORMANCE	60
D.3.3	Scenarios under PARTIAL PERFORMANCE	62
D.3.4	Scenarios under READY STANDBY	64
D.3.5	Scenarios under TECHNICAL STANDBY	65
D.3.6	Scenarios under OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION	66
D.3.7	Scenarios under REQUESTED SHUTDOWN	67
D.3.8	Scenarios under OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION	68
D.3.9	Scenarios under SCHEDULED MAINTENANCE	69
D.3.10	Scenarios under PLANNED CORRECTIVE ACTION	69
D.3.11	Scenarios under FORCED OUTAGE	70
D.3.12	Scenarios under SUSPENDED	71
D.3.13	Scenarios under FORCE MAJEURE	72
D.4	Production-based scenarios for a WTGS – calculation of lost production	72
D.4.1	Introduction to verification scenarios	72
D.4.2	Production-based availability algorithm based on mandatory information categories ("operational availability")	72
D.4.3	Production-based availability algorithm – including optional categories ("technical availability")	75
D.5	Production-based scenarios for a WPS	76
D.5.1	Introduction to verification scenarios	76
D.5.2	Example 1: Normal operation – all WPS	76
D.5.3	Example 2: Normal operation – part of WPS	77
D.5.4	Example 3: Contaminated WTGSs blades – all WPS	78
D.5.5	Example 4: Contaminated WTGSs blades – part of WPS	79
D.5.6	Example 5: BOP limitations – all WPS	80
D.5.7	Example 6: BOP limitations – part of WPS	81
D.5.8	Example 7: "Spinning reserve" – part of WPS	82
D.5.9	Example 8: "Spinning reserve" – all WPS	83
D.5.10	Example 9: Noise restrictions – warranty related	84
D.5.11	Example 10: Noise restrictions – environmentally related	86
D.5.12	Example 11: Ice storm on grid – all WPS	87
Annex E (informative)	Possible methods for determination of potential WEGS energy production	89
E.1	General	89
E.2	Specific power curve and velocities methods	89
E.2.1	General	89
E.2.2	Nacelle anemometer wind measurement with power curve	89
E.2.3	Upstream wind measurement with power curve	90
E.2.4	Met mast wind measurement with correction factors and power curve	90
E.3	Power-based methods	91
E.3.1	General	91

E.3.2	Average production of WPS	91
E.3.3	Average production of representative comparison WTGSs.....	92
E.3.4	Data acquisition with comparison chart/database.....	93
E.3.5	Average wind speed of WPS.....	93
E.4	Determination of potential production for a WPS – examples	94
E.4.1	Overview	94
E.4.2	Primary service.....	94
E.4.3	Secondary services	94
Annex F (informative)	Balance of plant integration	96
F.1	WPS functions and services.....	96
F.2	Externally required functions and services	96
F.3	Internally required functions and services	96
F.4	Expansion of the information model for BOP functions and services	97
Bibliography		98
Figure 1	– Data stakeholders for a wind energy generation system	10
Figure 2	– Information category overview.....	19
Figure 3	– Information category priority.....	20
Figure 4	– Three-layer information model.....	21
Figure 5	– Information categories, definitions for layer 2 and layer 3, mandatory categories.....	23
Figure 6	– Examples of an information model representing active energy, reactive energy, high and low frequency response services	24
Figure A.1	– Overview of the entry and exit conditions of all mandatory information categories described in this document	33
Figure B.1	– Information category overview – mandatory and optional	35
Figure B.2	– Workflow breakdown structure	38
Figure B.3	– Example of simultaneous degrading and derating	41
Figure E.1	– Step 1: Calculation of wind speed based on working WECS 1 to n	93
Figure E.2	– Step 2: Estimation of lost production for WECS not in FULL PERFORMANCE	94
Table C.1	– Example of mapping of available and unavailable information categories.....	43
Table D.1	– Verification scenarios – time allocation to information categories	50
Table D.2	– Verification scenarios – communication aspects	51
Table D.3	– Verification scenarios – partial operational aspects.....	52
Table D.4	– Verification scenarios – maintenance aspects.....	53
Table D.5	– Verification scenarios – operational aspects	54
Table D.6	– Verification scenarios – grid / electrical network aspects.....	57
Table D.7	– Verification scenarios – environmental aspects.....	58
Table D.8	– FULL PERFORMANCE: By definition, actual energy production is equal to the potential energy production.....	60
Table D.9	– FULL PERFORMANCE: Actual energy production is less than potential energy production but within agreed uncertainty	61
Table D.10	– FULL PERFORMANCE: Actual energy production greater than potential energy production	61
Table D.11	– PARTIAL PERFORMANCE – derated: Grid constraint.....	62

Table D.12 – PARTIAL PERFORMANCE – derated: Grid constraint, actual energy production less than requested	62
Table D.13 – Partial performance – derated: Output constraint due to excessive noise of the WTGS	63
Table D.14 – PARTIAL PERFORMANCE – derated: Dirt on blades constrained performance	63
Table D.15 – PARTIAL PERFORMANCE – derated: Ice accumulated on blades has been detected, WTGS is allowed to operate although the power performance is 'derated'	64
Table D.16 – PARTIAL PERFORMANCE – degraded: WTGS deterioration known to the WTGS user	64
Table D.17 – READY STANDBY: Avian detection system	64
Table D.18 – READY STANDBY: Automatic generation control – Var support	65
Table D.19 – TECHNICAL STANDBY: WTGS is cable unwinding	65
Table D.20 – OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – calm winds	66
Table D.21 – OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – high winds	66
Table D.22 – OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – temperature too high	66
Table D.23 – REQUESTED SHUTDOWN: ice on blades is detected and WTGS user requests shutdown of the WTGS	67
Table D.24 – REQUESTED SHUTDOWN: Sector management	67
Table D.25 – REQUESTED SHUTDOWN: Noise nuisance – warranty claim	68
Table D.26 – OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION: Low voltage	68
Table D.27 – SCHEDULED MAINTENANCE: WTGS is under scheduled maintenance work by the WTGS manufacturer or maintenance provider within the time allowance agreed by the maintenance contract	69
Table D.28 – PLANNED CORRECTIVE ACTION: WTGS manufacturer or maintenance provider performs corrective action to the WTGS at his discretion outside the time allowance of scheduled maintenance	69
Table D.29 – FORCED OUTAGE: Short circuit	70
Table D.30 – FORCED OUTAGE: Corrosion	70
Table D.31 – FORCED OUTAGE: Overheating	71
Table D.32 – SUSPENDED: Suspended repair work due to storm with lightning	71
Table D.33 – FORCE MAJEURE: No access to the WTGS due to flooding impacting infrastructure	72
Table D.34 – Production-based availability algorithm based on mandatory information categories only, 'operational availability'	73
Table D.35 – Production-based availability algorithm – including optional categories, 'technical availability'	75
Table D.36 – Scenario, Example 1: Normal operation – all WPS	77
Table D.37 – Scenario, Example 2: Normal operation – part of WPS	78
Table D.38 – Scenario, Example 3: Contaminated WTGSs blades – all WPS	79
Table D.39 – Scenario, Example 4: Contaminated WTGSs blades – part of WPS	80
Table D.40 – Scenario, Example 5: BOP limitations – all WPS	81
Table D.41 – Scenario, Example 6: BOP limitations – part of WPS	82
Table D.42 – Scenario, Example 8: 'Spinning reserve' – part of WPS	83
Table D.43 – Scenario, Example 7: 'Spinning reserve' – all WPS	84
Table D.44 – Scenario, Example 9: Noise restrictions – all WPS	85

Table D.45 – Scenario, Example 10: Noise restrictions – all WPS	86
Table D.46 – Scenario, Example 11: Ice storm on grid – all WPS	87
Table E.1 – Examples on how to determine potential production	95

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WIND ENERGY GENERATION SYSTEMS –

Part 26-1: Availability for wind energy generation systems

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61400-26-1 has been prepared by IEC technical committee 88: Wind energy generation systems.

This first edition cancels and replaces IEC TS 61400-26-1:2011, IEC TS 61400-26-2:2014 and IEC TS 61400-26-3:2016.

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

CDV	Report on voting
88/665/CDV	88/705/RVC

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

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

A list of all parts of the IEC 61400 series, under the general title *Wind energy generation systems*, can be found on the IEC website.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next edition.

Mandatory information categories defined in this document are written in capital letters; optional information categories are written in bold letters.

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

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

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

INTRODUCTION

The intention of this International Standard is to define a common basis for exchange of information on availability metrics between stakeholders in the wind power generation business such as owners, utilities, lenders, operators, manufacturers, maintenance providers, consultants, regulatory bodies, certification bodies and insurance companies. From this diverse group of stakeholders, a number of external and internal interfaces arise in the operation and delivery of power. Some of these are energy related and many are informational. Since the intention is for a common basis of informational exchange, many of these interfaces are illustrated in Figure 1, which identifies external and internal elements related to energy production and asset management and which also benefit from a defined set of terms. This is achieved by providing an information model specifying how time designations shall be split into information categories.

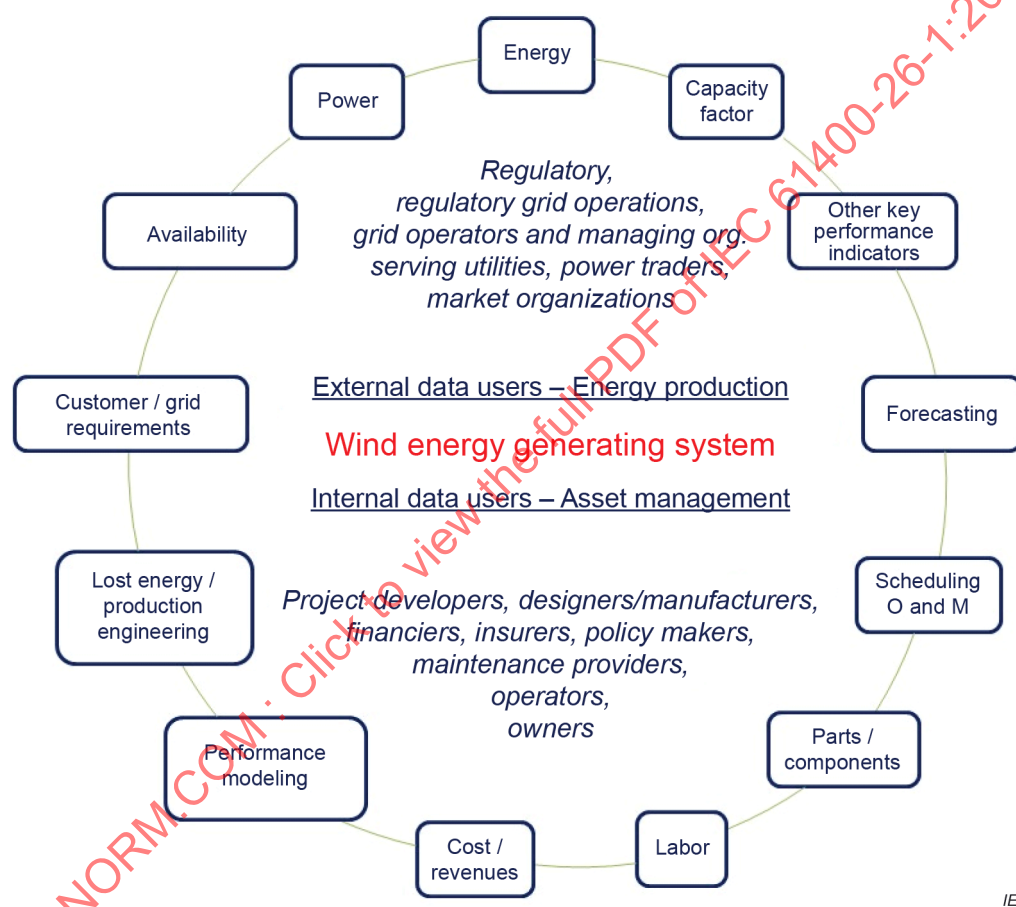


Figure 1 – Data stakeholders for a wind energy generation system

Throughout the document, reference is made to wind energy generation systems (WEGS); however, the document may be used for a single wind turbine (WTGS), as well as for any number of WTGSs combined with additional components to represent a complete wind power station (WPS). The designation WEGS used throughout the document thus shall be understood as the specifications being applicable to individual wind turbines as well as for wind power stations.

The information model specifies the terminology for reporting availability indicators. Availability indicators include time-based and production-based availability. A WEGS includes all equipment up to the point of interconnection¹, or in case of a single WTGS in a WPS, the interconnection point defined by the user. Availability indicators are based upon fractions of time and the amount a service is providing or capable of providing within the time fractions, taking internal and external aspects into account. Internal aspects will include the WEGS' components and their condition. External aspects are wind and other weather conditions, as well as grid and substation conditions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

¹ Defined in IEC 60050-415:1999, Definition 415-04-01.

WIND ENERGY GENERATION SYSTEMS –

Part 26-1: Availability for wind energy generation systems

1 Scope

This part of IEC 61400 defines an information model from which time-based, and production-based availability indicators for services can be derived and reported.

The purpose is to provide standardised metrics that can be used to create and organise methods for availability calculation and reporting according to the user's needs.

The document provides information categories, which unambiguously describe how data is used to characterise and categorise the operation. The information model specifies category priority for discrimination between possible concurrent categories. Further, the model defines entry and exit criteria to allocate fractions of time and production values to the proper information category. A full overview of all information categories, exit and entry criteria is given in Annex A, see Figure A.1.

The document can be applied to any number of WTGSs, whether represented by an individual turbine, a fleet of wind turbines, a wind power station or a portfolio of wind power stations. A wind power station is typically made up of all WTGSs, functional services and balance of plant elements as seen from the point of common coupling.

Examples are provided in informative annexes which provide guidelines for calculation of availability indicators:

- examples of optional information categories, Annex B;
- examples of application of the information categories for determination of availability, Annex C;
- examples of application scenarios, Annex D;
- examples on methods for determination of potential production, Annex E;
- examples of how to expand the model to balance of plant elements, Annex F.

This document does not prescribe how availability indicators shall be calculated. The standard does not specify the method of information acquisition, how to estimate the production terms or to form the basis for power curve performance measurements – which is the objective of IEC 61400-12.

A degree of uncertainty is inherent in both the measurement of a power curve and the calculation of potential energy production. The stakeholders should agree upon acceptable uncertainty parameters.

2 Normative references

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

IEC 60050-415, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 415: Wind turbine generator systems*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-415 and the following apply.

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

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

3.1.1

actual service delivery

quantified level of a service provided by the WEGS as measured

Note 1 to entry: Actual service delivery can only be assigned to measurable services.

3.1.2

balance of plant

BOP

infrastructural components of the WPS except for the WTGS(s) and its internal components and subsystems

Note 1 to entry: The infrastructure normally consists of site electrical facilities, monitoring and control (often called SCADA) as well as civil plant (such as foundations and roads) supporting the operation and maintenance of the WTGS(s).

3.1.3

constrained potential service delivery

calculated level of a service that could have been provided by the WEGS based on operating specifications such as external set-points or contractually imposed constraints combined with design criteria, technical specifications and site conditions

3.1.4

design specifications

the collection of precise and explicit information about requirements for a product design

Note 1 to entry: It provides in-depth details about the functional and non-functional design requirements including assumptions, constraints, performance, dimensions, weights, reliability and standards. For example, specifications and design considerations given in the IEC 61400-1 standard define the process for producing design specifications for WEGS.

3.1.5

external conditions

conditions outside of the WEGS that affect the operation, such as (i) operating specifications, (ii) environmental conditions and (iii) grid conditions

3.1.6

grid

electrical network to which the WEGS is electrically connected

Note 1 to entry: The WEGS delivers its services into the grid. The interface between the grid and the WEGS internal electrical system is the network connection point often referred to as the point of common coupling (PCC).

3.1.7

intended function

ability of an apparatus, machine or system to consistently perform its required function within its design specification

3.1.8

lost service

service not supplied, e.g. lost production or lost energy

Note 1 to entry: See 4.5.5.

3.1.9

physical potential service delivery

calculated level of a service that could have been provided by the WEGs based on design criteria, technical specifications and site conditions

Note 1 to entry: The potential service is the physically possible level of service.

3.1.10

potential service delivery

calculated value of physical potential service delivery or constrained potential service delivery as is appropriate

3.1.11

retrofit

the incorporation of new technology or new design parts resulting from an approved engineering change to an already supplied item

3.1.12

supervisory control and data acquisition

SCADA

system operating with signals over communication channels so as to provide control of equipment and for gathering and analysing real-time data

3.1.13

service

provision delivered by the WEGs

Note 1 to entry: Services typically include, but are not limited to, supply of active power, reactive power and support of electrical stability of the grid. Aviation warning is another example of a service.

3.1.14

site conditions

conditions affecting the service of the WEGs, e.g. topographic, climatic and meteorological conditions, sector management, electrical environment and contractual constraints

3.1.15

grid operator

operator that transmits electrical generation over the grid to regional or local electricity distribution operators

3.1.16

wind power station

WPS

station consisting of the WTGS(s) and the BOP which supports transfer of energy between the WTGS(s) and the grid

3.1.17

maintenance provider

provider typically providing the maintenance of the WEGs or parts therein

Note 1 to entry: Maintenance can be performed by multiple providers with specific scope defined.

3.1.18

operator

operator typically responsible for providing the services of the WEGS to off-takers

3.2 Abbreviated terms

IA	INFORMATION AVAILABLE category
IAO	Information available OPERATIVE category
IAOS	Information available operative IN SERVICE category
IAOSFP	Information available operative in service with FULL PERFORMANCE category
IAOSPP	Information available operative in service with PARTIAL PERFORMANCE category
IAOSRS	Information available operative in service with READY STANDBY category
IAOOS	Information available operative OUT OF SERVICE category
IAOOSTS	Information available operative out of service TECHNICAL STANDBY category
IAOSEN	Information available operative out of service OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION category
IAOOSRS	Information available operative out of service REQUESTED SHUTDOWN category
IAOSEL	Information available operative out of service OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION category
IANO	Information available NON-OPERATIVE category
IANOSM	Information available non-operative SCHEDULED MAINTENANCE category
IANOPCA	Information available non-operative PLANNED CORRECTIVE ACTION category
IANOFO	Information available non-operative FORCED OUTAGE category
IANOS	Information available non-operative SUSPENDED category
IAFM	Information available FORCE MAJEURE category
IAS _P	INFORMATION AVAILABLE category – potential service delivery
IAS _A	INFORMATION AVAILABLE category – actual service delivery
IAOS _P	Information available OPERATIVE category – potential service delivery
IAOS _A	Information available OPERATIVE category – actual service delivery
IAOSS _P	Information available operative IN SERVICE category – potential service delivery
IAOSS _A	Information available operative IN SERVICE category – actual service delivery
IAOSFPS _P	Information available operative in service with FULL PERFORMANCE category – potential service delivery
IAOSFPS _A	Information available operative in service with FULL PERFORMANCE category – actual service delivery
IAOSPPS _P	Information available operative in service with PARTIAL PERFORMANCE category – potential service delivery
IAOSPPS _A	Information available operative in service with PARTIAL PERFORMANCE category – actual service delivery
IAOSPP _{DR} S _P	Information available operative in service with partial performance category, optional derated – potential service delivery

IAOSPP _{DR} S _A	Information available operative in service with partial performance category, optional derated – actual service delivery
IAOSPP _{DG} S _P	Information available operative in service with partial performance category, optional degraded – potential service delivery
IAOSPP _{DG} S _A	Information available operative in service with partial performance category, optional degraded – actual service delivery
IAOSRSS _P	Information available operative in service with READY STANDBY category – potential service delivery
IAOSRSS _A	Information available operative in service with READY STANDBY category – actual service delivery
IAOOS _S P	Information available operative OUT OF SERVICE category – potential service delivery
IAOOS _S A	Information available operative OUT OF SERVICE category – actual service delivery
IAOOSTSS _P	Information available operative out of service TECHNICAL STANDBY category – potential service delivery
IAOOSTSS _A	Information available operative out of service TECHNICAL STANDBY category – actual service delivery
IAOOSSENS _P	Information available operative out of service OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION category – potential service delivery
IAOOSSENS _A	Information available operative out of service OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION category – actual service delivery
IAOOSENC _S P	Information available operative out of service out of environmental specification optional category calm winds – potential service delivery
IAOOSENC _S A	Information available operative out of service out of environmental specification optional category calm winds – actual service delivery
IAOOSENO _S P	Information available operative out of service out of environmental specification optional category other environmental – potential service delivery
IAOOSENO _S A	Information available operative out of service out of environmental specification optional category other environmental – actual service delivery
IAOOSELS _P	Information available operative out of service OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION category – potential service delivery
IAOOSELS _A	Information available operative out of service OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION category – actual service delivery
IAOOSRSS _P	Information available operative out of service REQUESTED SHUTDOWN category – potential service delivery
IAOOSRSS _A	Information available operative out of service REQUESTED SHUTDOWN category – actual service delivery
IANOS _P	Information available NON-OPERATIVE category – potential service delivery
IANOS _A	Information available NON-OPERATIVE category – actual service delivery
IANOSMS _P	Information available non-operative SCHEDULED MAINTENANCE category – potential service delivery
IANOSMS _A	Information available non-operative SCHEDULED MAINTENANCE category – actual service delivery
IANOPCAS _P	Information available non-operative PLANNED CORRECTIVE ACTION category – potential service delivery

IANOPCAS _A	Information available non-operative PLANNED CORRECTIVE ACTION category – actual service delivery
IANOPCA _R SP	Information available non-operative planned corrective action optional category retrofit – potential service delivery
IANOPCA _R SA	Information available non-operative planned corrective action optional category retrofit – actual service delivery
IANOPCA _U SP	Information available non-operative planned corrective action optional category upgrade – potential service delivery
IANOPCA _U SA	Information available non-operative planned corrective action optional category upgrade – actual service delivery
IANOPCA _O SP	Information available non-operative planned corrective action optional category other corrective action – potential service delivery
IANOPCA _O SA	Information available non-operative planned corrective action optional category other corrective action – actual service delivery
IANOFOS _P	Information available non-operative FORCED OUTAGE category – potential service delivery
IANOFOS _A	Information available non-operative FORCED OUTAGE category – actual service delivery
IANOFO _R SP	Information available non-operative forced outage optional category response – potential service delivery
IANOFO _R SA	Information available non-operative forced outage optional category response – actual service delivery
IANOFO _D SP	Information available non-operative forced outage optional category diagnostic – potential service delivery
IANOFO _D SA	Information available non-operative forced outage optional category diagnostic – actual service delivery
IANOFO _L SP	Information available non-operative forced outage optional category logistic – potential service delivery
IANOFO _L SA	Information available non-operative forced outage optional category logistic – actual service delivery
IANOFO _F SP	Information available non-operative forced outage optional category failure repair – potential service delivery
IANOFO _F SA	Information available non-operative forced outage optional category failure repair – actual service delivery
IANOSS _P	Information available non-operative SUSPENDED category – potential service delivery
IANOSS _A	Information available non-operative SUSPENDED category – actual service delivery
IANOS _S SP	Information available non-operative suspended optional category suspended scheduled maintenance – potential service delivery
IANOS _S SA	Information available non-operative suspended optional category suspended scheduled maintenance – actual service delivery
IANOS _P SP	Information available non-operative suspended optional category suspended planned corrective action – potential service delivery
IANOS _P SA	Information available non-operative suspended optional category suspended planned corrective action – actual service delivery
IANOS _F SP	Information available non-operative suspended optional category suspended forced outage – potential service delivery
IANOS _F SA	Information available non-operative suspended optional category suspended forced outage – actual service delivery

IAFMS _P	Information available FORCE MAJEURE category – potential service delivery
IAFMS _A	Information available FORCE MAJEURE category – actual service delivery
IU	INFORMATION UNAVAILABLE category

4 Information model

4.1 Basic model

The information model comprises a number of information categories organised in layers. All calendar time shall be accounted for by distribution of time fractions into the information categories in the first layer of the model. The information category that characterises the operational state shall hold the time fractions that can be allocated to that category. A shift to another category shall be made when the operational state is no longer valid for that category. Any fraction of time can only be assigned to one category. The information model provides a hierarchical structure of four levels of defined information categories, which are mandatory and required for data collection. Further subdivision of information categories beyond the four mandatory levels is optional. Attributes of higher information categories are inherited by underlying lower information categories as illustrated in Figure 2. Time designations shall be allocated at the lowest mandatory level, level 4, or at a lower optional level with a greater granularity (level 5 or lower). The higher hierarchical information levels shall contain the aggregation of the related information categories on the lower levels. The individual information categories are introduced in 4.2.

Each information category has an associated entry point and exit point. The entry point describes the criteria that shall be fulfilled to allocate time into this specific information category. The exit point describes the criteria to be fulfilled to end time allocation to the specific information category, see Clause 5.

Priorities are assigned to the information categories. In case entry conditions are fulfilled concurrently for two or more information categories, time shall be assigned into the information category with the highest priority only. Information category priorities are described in 4.3.

4.2 Information categories

Figure 2 gives an overview of the information categories. Abbreviations for the information categories are indicated in brackets with bold letters. The abbreviations are defined in Clause 3. The properties of the information categories are described in detail in Clause 5.

The optional information categories defined in level 5 are included to allow users to customize reporting details to meet specific requirements. When applied, the optional fifth level shall be used as specified in this document. Further levels may be developed and applied at the user's own initiative. This document imposes no limits on the number of optional information categories or levels added by the user. Examples illustrating use of the optional information categories shown in Figure 2 are described in Annex B.

Mandatory information categories defined in this document are written in capital letters; optional information categories are written in bold letters.

Information categories						
Mandatory level 1	Mandatory level 2	Mandatory level 3	Mandatory level 4	Optional level 5 – description see Annex B		
INFORMATION AVAILABLE (5.1) (IA)	OPERATIVE (5.2) (IAO)	IN SERVICE (5.3) (IAOS)	FULL PERFORMANCE (5.3.2) (IAOSFP)			
			PARTIAL PERFORMANCE (5.3.3) (IAOSPP)	derated degraded		
			READY STANDBY (5.3.4) (IAOSRS)			
		OUT OF SERVICE (5.4) (IAOOS)	TECHNICAL STANDBY (5.4.2) (IAOOSTS)			
			OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION (5.4.3) (IAOSEN)	calm winds other environmental		
			REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS) (5.4.4)			
			OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION (5.4.5) (IAOSEL)			
			NON-OPERATIVE (5.5) (IANO)	SCHEDULED MAINTENANCE (5.5.2) (IANOSM)		
	PLANNED CORRECTIVE ACTION (5.5.3) (IANOPCA)			retrofit upgrade other corrective action		
				response diagnostic logistic failure repair		
				SUSPENDED (5.5.5) (IANOS)		suspended scheduled maintenance suspended planned corrective action suspended forced outage
	FORCE MAJEURE (5.6) (IAFM)					
	INFORMATION UNAVAILABLE (5.7) (IU)					

IEC

Figure 2 – Information category overview

4.3 Information category priority

Time present in the information categories shall be exclusive and continuous. In case the conditions, for allocating a time period to more than one information category, are fulfilled at the same time, the information category priorities determine which category takes precedence for the allocation of the time period being considered. Assignment of priorities to the information categories provides a uniform and transparent method for designation of time. Figure 3 illustrates the information category priorities.

The order of priorities is mandatory for compliance with this document. The priorities are ranked from one to thirteen with one as the lowest and thirteen as the highest priority. Priorities for optional information categories can be introduced for specific purposes. In such cases, the mandatory priorities can be extended with a priority for the optional information category.

Information categories				
Mandatory level 1	Mandatory level 2	Mandatory level 3	Mandatory level 4	Mandatory priority
INFORMATION AVAILABLE (IA)	OPERATIVE (IAO)	IN SERVICE (IAOS)	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	1
			PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	2
			READY STANDBY (IAOSRS)	3
		OUT OF SERVICE (IAOOS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	4
			OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION (IAOOSSEN)	5
			REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	6
			OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION (IAOOSSEL)	7
	NON-OPERATIVE (IANO)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)		8
		PLANNED CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)		9
		FORCED OUTAGE (IANOFO)		10
		SUSPENDED (IANOS)		11
	FORCE MAJEURE (IAFM)			12
INFORMATION UNAVAILABLE (IU)			13	

IEC

Figure 3 – Information category priority

There might be conflicts within the optional categories as the **derated** category and the **degraded** category might appear simultaneously. The situation is discussed in the informative Annex B.

4.4 Services

The information categories shall be applied individually to all relevant services, provided by the WEGs, to obtain availability indicators. Services may be, but are not limited to, supply of active power, supply of reactive power and support of electrical stability of the grid. Categories shall be assigned independently to each service and are in many cases not identical within the same time period.

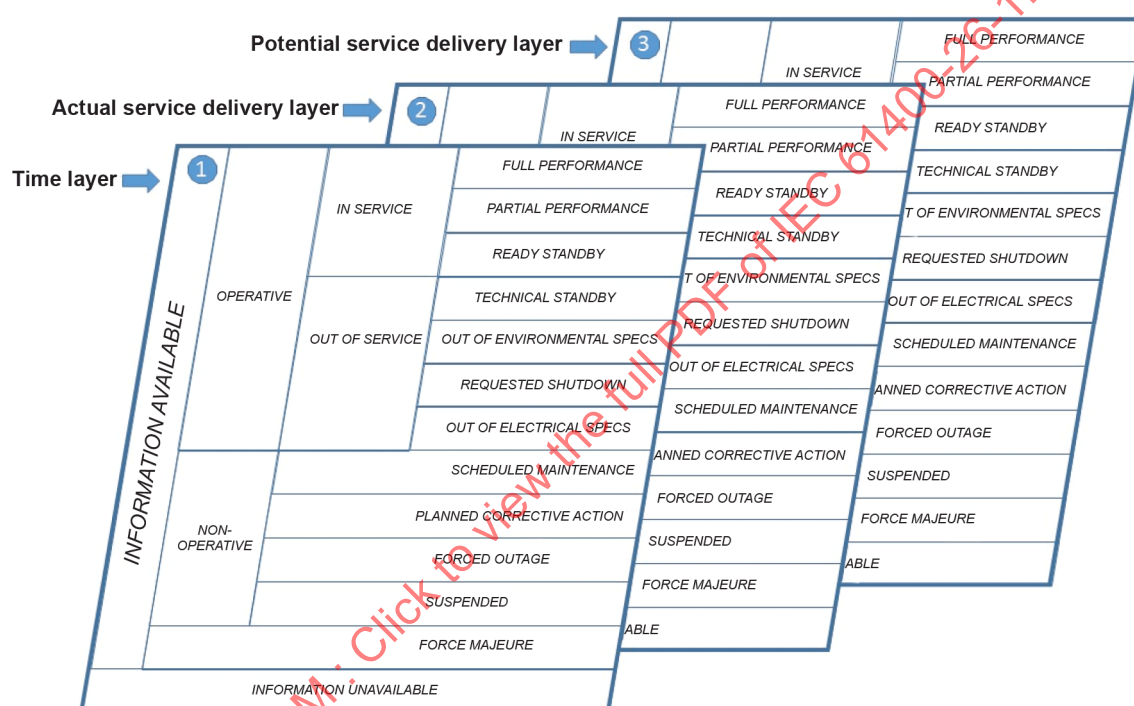
4.5 Service delivery layers

4.5.1 General

To allow for service delivery based availability in the information model, three layers are defined:

- time layer;
- actual service delivery layer;
- potential service delivery layer.

The three layers are specified for the mandatory levels 1 to 4. Figure 4 illustrates the complete information model with three layers and forms the basis for determination of lost service (typically energy) in the following subclause.



IEC

Figure 4 – Three-layer information model

4.5.2 Time layer

The time layer is identical to the Basic model described in 4.1, 4.2 and 4.3.

4.5.3 Actual service delivery layer

In layer 2, a value for the actual service rather than time is recorded. The value recorded is the actual service delivered during the same period as in the corresponding category in layer 1.

4.5.4 Potential service delivery layer

Layer 3 contains information on the potential amount of service delivery during the same periods as in the corresponding category in layers 1 and 2.

Methods for determination of the potential service is discussed in Annex E. However, the method for establishing the potential service is outside the scope of this document. Data populating this layer shall represent the service delivery that could have been realised if the

WEGS had been operating as per the FULL PERFORMANCE, taking into account the external conditions.

The potential service delivery shall be either the physical potential service delivery or constrained potential service delivery depending on what is relevant for the service. Typically, for active production, it may be appropriate to select the physical potential production and for reactive production, the constrained potential production. See Annex E for methods to determine potential production.

4.5.5 Lost service

When values for actual service delivery and potential service delivery are determined, lost service values shall be derived as follows, see Figure 5.

- No lost service shall be associated with the respective information category, when the service is operating in FULL PERFORMANCE.
- Lost service shall be determined by the difference between the potential service value and the actual service value during the time the service is operating in PARTIAL PERFORMANCE.
- Lost service shall equal the potential service during the time when the service is in INFORMATION AVAILABLE and not in IN SERVICE (see footnote in Figure 5).

It is recognized that while operating in FULL PERFORMANCE, actual service might not equal full potential service due to various factors that might affect the performance of the WEGS, such as blade fouling or misalignment, or the calculation of potential service. The characterization of the WEGS services is beyond the scope of this document. Examples of turbine performance while in the FULL PERFORMANCE information category are included in Annex D.

It is not possible or meaningful to measure a level or degree of some services, especially when the service is of a binary nature. Only time based indicators are applicable to those services. Aviation lights are an example, which can be either 'in operation' or 'out of operation' but do not have an actual or potential service attached.

4.6 Modelling multiple services

The information model supports tracking of multiple services. In order to do so, the three-layer information model is applied to each of the services. Figure 6 illustrates an example with four services.

Information categories – Layer 1				Layer 2	Layer 3	Layer 2 subtracted from layer 3	
Mandatory level 1	Mandatory level 2	Mandatory level 3	Mandatory level 4	Actual service delivery	Potential service delivery	Lost service	
INFORMATION AVAILABLE (IA)	OPERATIVE (IAO)	IN SERVICE (IAOS)	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	IAOSFPS _A	IAOSFPS _P	0	
			PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	IAOSPPS _A	IAOSPPS _P	IAOSPPS _P – IAOSPPS _A	
			READY STANDBY (IAOSRS)	IAOSRSS _A	IAOSRSS _P	IAOSRSS _P – IAOSRSS _A	
		OUT OF SERVICE (IAOOS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	0	IAOOSTSS _P	IAOOSTSS _P	
			OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION (IAOOSSEN)	0	IAOOSSENS _P	IAOOSSENS _P	
			REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	0	IAOOSRSS _P	IAOOSRSS _P	
			OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION (IAOOSSEL)	0	IAOOSELS _P	IAOOSELS _P	
		NON-OPERATIVE (IANO)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)		0	IANOSMS _P	IANOSMS _P
			PLANNED CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)		0	IANOPCAS _P	IANOPCAS _P
			FORCED OUTAGE (IANOFO)		0	IANOFOSS _P	IANOFOSS _P
	SUSPENDED (IANOS)		0	IANOSS _P	IANOSS _P		
	FORCE MAJEURE (IAFM)			0	IAFMS _P	IAFMS _P	
INFORMATION UNAVAILABLE (IU)				*	*	*	

* In the category INFORMATION UNAVAILABLE, data is missing or cannot be quantified; a value cannot be determined.

IEC

Figure 5 – Information categories, definitions for layer 2 and layer 3, mandatory categories

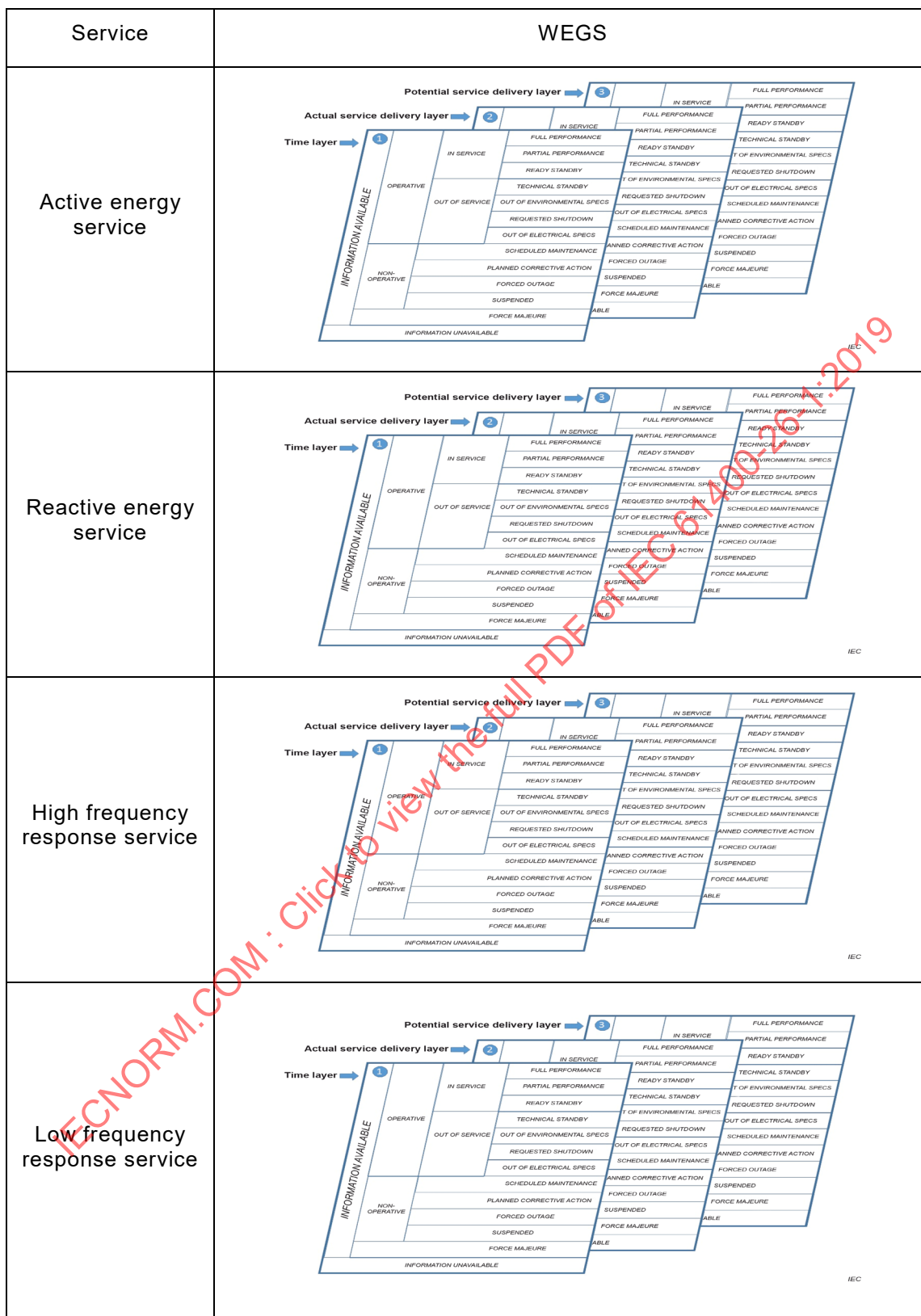


Figure 6 – Examples of an information model representing active energy, reactive energy, high and low frequency response services

4.7 Determination of information categories for the WPS

Determination of the proper information category for the WPS level is not simply made up of the minimum, maximum, sum or average of the elements making up the WPS. The key to determining the proper information category is by evaluating compliance with exit and entry

criteria defined in Clause 5. Methods for determining the information categories are discussed in Annex C.

Basic principles and assumptions for the WPS information model are:

- mandatory categories are identical in the WTGS model and the WPS model;
- optional categories are not necessarily identical in the WTGS model and the WPS model;
- measurements of WPS actual service delivery values are made as they will appear at the PCC.

While evaluating the priority, the issue is not to confuse the priorities of the individual WTGS with the priority of the WPS, e.g. a WTGS can be in FORCED OUTAGE information category and the WPS can at the same time be in PARTIAL PERFORMANCE. The specification permits the user, with caution, to prioritize data based on alternate views of the model, WPS or WTGS. When the model view is applied consistently there is no inconsistency in the expression of availability.

4.8 Application of the information model to components of the WEGS

An information model for a component level and BOP may also be developed based on the principles for the WEGS model. An example of how to apply the principles for BOP is discussed and illustrated in Annex F. The model illustrated in Annex F is optional.

5 Information categories

5.1 INFORMATION AVAILABLE

Definition – The category INFORMATION AVAILABLE is applied to all time periods, during which operational information and information on external conditions is retrieved, logged and stored manually or automatically to the extent that the characteristics of information categories can be discriminated. INFORMATION AVAILABLE is the top level for all mandatory information sub-categories as depicted at level 1 in Figure 2. Qualification for INFORMATION AVAILABLE requires sufficient information to determine that criteria for one of the mandatory level 4 categories with priority levels 1 to 12 are fulfilled.

It is recognised that there might be circumstances when information is not or only partially available. In case of insufficient information, the category INFORMATION UNAVAILABLE is likely to apply, see 5.7.

Information to determine the mandatory information category can be derived from multiple sources. Sources can be

- controller data from individual WTGSs;
- SCADA;
- BOP operation;
- metering information;
- manual entries.

For example, the information category can be determined as INFORMATION AVAILABLE if data transmission from every single WTGS of a WPS is interrupted, if data from a measurement system still gives adequate information to determine the category of the WPS.

Entry point – The operating status data are available to the extent that a category at level 4 can be determined, logged and stored.

Exit point – It is not possible to determine, log or store the level 4 category.

5.2 OPERATIVE

Definition – The WEGS is in the category OPERATIVE when capable of performing the intended functions, regardless of whether it is actually active and regardless of the capacity level that can be provided.

The OPERATIVE category is underlying the INFORMATION AVAILABLE category and has two underlying information categories as listed below and depicted in Figure 2.

- IN SERVICE – as defined in 5.3;
- OUT OF SERVICE – as defined in 5.4.

The OPERATIVE category is mandatory.

Entry point – The WEGS is able to perform the intended functions, regardless of whether it is actually active and regardless of the capacity level that can be provided.

Exit point – The WEGS is not able to maintain the intended functions.

5.3 IN SERVICE

5.3.1 General

Definition – The WEGS is performing the service.

The IN SERVICE category is an underlying category of the OPERATIVE category and has three underlying mandatory information categories as listed below and depicted in Figure 2.

- FULL PERFORMANCE – as defined in 5.3.2;
- PARTIAL PERFORMANCE – as defined in 5.3.3;
- READY STANDBY – as defined in 5.3.4.

The IN SERVICE information category is mandatory.

Entry point – The WEGS starts performing the intended functions.

Exit point – The WEGS stops performing the intended functions.

5.3.2 FULL PERFORMANCE

Definition – The WEGS is operative and functioning per design specifications with no technical restrictions or limitations beyond the ones specified in the design specifications.

No lost service shall be associated with the respective information category, when the WEGS is operating in FULL PERFORMANCE.

FULL PERFORMANCE is characterised by, but is not necessarily including all or limited to the following examples:

- all WTGSs performing according to design specifications;
- all WTGSs delivering active power according to design power curves;
- all BOP equipment performing its designed function at rated capacity;
- all WTGS delivering full rotor inertial energy for low frequency compensation.

The FULL PERFORMANCE category is an underlying category of IN SERVICE and has no predefined underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The FULL PERFORMANCE category is mandatory.

Entry point – The WEGS is performing the intended function with the full capacity at the given conditions.

Exit point – The WEGS is not delivering the intended function with the full capacity at the given conditions.

5.3.3 PARTIAL PERFORMANCE

Definition – The WEGS is operating at reduced performance due to internal or external conditions.

PARTIAL PERFORMANCE may include, but is not limited to, the following examples:

- for a WPS, a technical fault or safety related events shutting down individual WTGSs;
- shortage in capacity of BOP components;
- grid management (partial curtailment);
- reduced load capability (individual WTGSs);
- financial considerations;
- asset management;
- WTGS(s) constrained but still operating within design specification.

The PARTIAL PERFORMANCE category is an underlying category of IN SERVICE and has no predefined underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The PARTIAL PERFORMANCE category is mandatory.

Entry point – The WEGS is not providing the intended function with the full specified capacity.

Exit point – The conditions for being in PARTIAL PERFORMANCE no longer exist.

5.3.4 READY STANDBY

Definition – The WEGS is in the category READY STANDBY when ready to respond to a predefined event. READY STANDBY is not applicable to the active energy service.

READY STANDBY may include, but is not limited to, the following examples:

- a low frequency compensation service activated and awaiting a frequency drop;
- aviation warning light service awaiting an indication of approaching aircrafts;
- radar for bird migration awaiting a reading;
- VAr compensation system having elements disconnected but ready to engage.

The READY STANDBY category is an underlying category of IN SERVICE and has no predefined underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The READY STANDBY category is mandatory.

Entry point – The WEGS is ready and able to respond to a pre-defined event.

Exit point – The WEGS is no longer able to respond to a pre-defined event or is now responding.

5.4 OUT OF SERVICE

5.4.1 General

Definition – The category OUT OF SERVICE is obtained when the WEGs is OPERATIVE but not IN SERVICE.

The OUT OF SERVICE category is an underlying category of OPERATIVE and has four predefined underlying mandatory information categories as listed below and depicted in Figure 2.

- TECHNICAL STANDBY – as defined in 5.4.2;
- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – as defined in 5.4.3;
- REQUESTED SHUTDOWN – as defined in 5.4.4;
- OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION – as defined in 5.4.5.

The OUT OF SERVICE category is mandatory.

Entry point – The WEGs is OUT OF SERVICE due to one of the restrictive conditions described in the underlying information categories.

Exit point – All restrictive conditions in all underlying categories are cleared.

5.4.2 TECHNICAL STANDBY

Definition – The category TECHNICAL STANDBY is defined as periods when the WEGs is temporarily not functioning due to performance of autonomous tasks required for maintaining the intended functions.

TECHNICAL STANDBY is characterised by, but is not necessarily including all or limited to the following examples:

- component and system self-testing;
- transferring service of components, lines or interconnections;
- heating up, drying out or cooling down after a period of “out of environmental specification”;
- verification of recovery from de-icing after a period of “out of environmental specification” due to ice build-up.

The TECHNICAL STANDBY category is an underlying category of the OUT OF SERVICE and has no predefined underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The TECHNICAL STANDBY category is mandatory.

Entry point – The WEGs determines or receives information that technical standby tasks have to be executed.

Exit point – The condition for being in TECHNICAL STANDBY no longer exists.

5.4.3 OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION

Definition – The category OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION is active when the WEGs is operative but not functioning as the environmental conditions are beyond the design specifications.

OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION may include, but is not limited to, the following examples:

- ambient temperature above or below specifications;
- wind speed below specified cut in or above specified cut out;
- ice build-up.

The OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION category is an underlying category of OUT OF SERVICE and has no predefined underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION category is mandatory.

Entry point – One or more of the environmental conditions are out of design specification, prohibiting the WEGS from functioning.

Exit point – All natural environmental conditions change to be within the design specification.

5.4.4 REQUESTED SHUTDOWN

Definition – The category REQUESTED SHUTDOWN is active when the WEGS is operative but not functioning as it has been stopped by a request.

REQUESTED SHUTDOWN may include internal and external requests, but are not limited to, the following examples:

- safety related events;
- security breach related events;
- grid management (full curtailment);
- inspections;
- training;
- visits, demonstrations;
- nuisance – noise.

The REQUESTED SHUTDOWN category is an underlying category of the OUT OF SERVICE and has no predefined underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The REQUESTED SHUTDOWN category is mandatory.

Entry point – The WEGS is ordered to shut down by a request.

Exit point – All active requests to shut down are cleared.

5.4.5 OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION

Definition – The category OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION is active when the WEGS is operative but not functioning as the electrical parameters of the WEGS are out of design specifications. This might be caused by grid parameters exceeding operational specifications.

OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION may include, but is not limited to, the following examples:

- over voltage;
- low frequency;
- phase imbalance;
- voltage drop.

The OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION category is an underlying category of the OUT OF SERVICE and has no predefined underlying mandatory information category as depicted in Figure 2.

The OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION category is mandatory.

Entry point – One or more of the electrical parameters of the WEGS go out of the operational and/or design specifications, prohibiting the WEGS from functioning.

Exit point – All electrical parameters of the WEGS change to be within the operational and/or design specifications.

5.5 NON-OPERATIVE

5.5.1 General

Definition – The NON-OPERATIVE category is applied to all situations when a WEGS is not capable of performing the intended function.

The NON-OPERATIVE category is an underlying category of the INFORMATION AVAILABLE and has four underlying mandatory information categories as listed below and depicted in Figure 2.

- SCHEDULED MAINTENANCE – as defined in 5.5.2;
- PLANNED CORRECTIVE ACTION – as defined in 5.5.3;
- FORCED OUTAGE – as defined in 5.5.4;
- SUSPENDED – as defined in 5.5.5.

The NON-OPERATIVE category is mandatory.

Entry point – The WEGS is not operating or it stops operating due to one of the restricting conditions described in the underlying information categories.

Exit point – All restricting conditions in all underlying categories are cleared.

5.5.2 SCHEDULED MAINTENANCE

Definition – The category SCHEDULED MAINTENANCE is entered during scheduled maintenance of elements of the WEGS preventing the entire WEGS from performing the intended functions.

The SCHEDULED MAINTENANCE category is an underlying category of the NON-OPERATIVE and has no predefined underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The SCHEDULED MAINTENANCE category is mandatory.

Entry point – The WEGS is stopped or prohibited with the intention of performing scheduled maintenance.

Exit point – The WEGS exits this category by manual intervention confirming that the scheduled maintenance has been interrupted or completed.

5.5.3 PLANNED CORRECTIVE ACTION

Definition – The category PLANNED CORRECTIVE ACTION is entered during actions required to retain, restore, or improve the intended functions of the WEGS when these actions

are not part of normal scheduled maintenance. For the WPS, **PLANNED CORRECTIVE ACTION** is active when such work is on-going simultaneously on all WTGSs or on elements of the WPS (e.g. BOP) preventing the entire WPS from performing the intended functions.

PLANNED CORRECTIVE ACTION may include retrofits and upgrades, or required corrective actions identified through condition-based maintenance, inspections, investigations, etc. and is intended to account for corrective actions where the need is identified prior to any actual failure and early enough to be planned and completed before resulting in a possible forced outage.

The **PLANNED CORRECTIVE ACTION** category is an underlying category of the **NON-OPERATIVE** category and has no predefined underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The **PLANNED CORRECTIVE ACTION** category is mandatory.

Entry point – The function of the WEGS is stopped or prohibited with the intention of performing planned corrective actions.

Exit point – The WEGS exits this category by manual intervention confirming the planned corrective actions are interrupted or completed.

5.5.4 FORCED OUTAGE

Definition – The category **FORCED OUTAGE** is obtained when damage, fault, failure or alarm has disabled the WEGS. This can be detected manually or automatically. For a WPS, **FORCED OUTAGE** is active when such events occur simultaneously on all WTGSs or on elements of the WPS (e.g. BOP) preventing the entire WPS from performing the service.

The **FORCED OUTAGE** category is an underlying category of the **NON-OPERATIVE** and has no underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The **FORCED OUTAGE** category is mandatory.

Entry point – The WEGS is disabled because of damage, faults, or failures or an alarm.

Exit point – The WEGS exits this category when causes for the outage are cleared.

5.5.5 SUSPENDED

Definition – The category **SUSPENDED** is applied to all situations when activities in **SCHEDULED MAINTENANCE**, **PLANNED CORRECTIVE ACTION** and **FORCED OUTAGE** have to be interrupted or cannot be initiated due to conditions which compromise personal safety or equipment integrity.

The **SUSPENDED** category includes, but is not limited to:

- access limitations because of e.g. high waves, ice, snow, storm;
- severe weather conditions like lightning, tornados, hail;
- mitigation of risks such as a brush fire;
- suspension of work due to personnel safety and permit requirements;
- site working conditions are not met.

The **SUSPENDED** category is an underlying category of the **NON-OPERATIVE** and has no underlying mandatory information category as depicted in Figure 2.

The SUSPENDED category is mandatory.

Entry point – This category is entered by manual intervention when work is suspended according to predefined conditions.

Exit point – The category is terminated by manual intervention when the conditions suspending the work have been cleared.

5.6 FORCE MAJEURE

Definition – The category FORCE MAJEURE is applied to all situations where an extraordinary event or circumstance beyond the control of the parties involved, prevents the parties from fulfilling their obligations.

FORCE MAJEURE is a common clause in contracts which essentially frees concerned parties from their liability or obligation when an extraordinary event or circumstance beyond the control of the parties occurs.

FORCE MAJEURE is not intended to excuse negligence or other malfeasance of a party, as where non-performance is caused by the usual and natural consequences of external forces or where the intervening circumstances are specifically contemplated.

The FORCE MAJEURE information category is underlying the INFORMATION AVAILABLE information category on level 2 and has no underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The FORCE MAJEURE category is mandatory.

Entry point – This category is entered by manual intervention when a force majeure situation is detected according to contract.

Exit point – The category is terminated by manual intervention when a force majeure situation has been cleared according to contract.

5.7 INFORMATION UNAVAILABLE

Definition – The category INFORMATION UNAVAILABLE is applied to all time periods when the category INFORMATION AVAILABLE is not applicable.

The INFORMATION UNAVAILABLE information category is on level 1 and as such has no overlying information category. This information category exists across all mandatory levels 1 to 4. It does not have any underlying mandatory information categories as depicted in Figure 2.

The INFORMATION UNAVAILABLE category is mandatory.

Entry point – It is not possible to determine, log or store the level 4 category.

Exit point – The data on operating status is available to the extent that a category at level 4 can be determined, logged and stored.

Annex A (informative)

Entry and exit conditions overview for WEGS

Information categories													
INFORMATION AVAILABLE												INFORMATION NOT AVAILABLE	
OPERATIVE							NON-OPERATIVE						FORCE MAJEURE
IN SERVICE			OUT OF SERVICE				SCHEDULED MAINTENANCE	PLANNED CORRECTIVE ACTIONS	FORCED OUTAGE	SUSPENDED			
FULL PERFORMANCE	PARTIAL PERFORMANCE	READY STAND-BY	TECH. STANDBY	OUT OF ENV. SPEC.	REQUESTED SHUTDOWN	DUT OF ELECT. SPEC.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Entry conditions												
The WEGS operating status data are available to the extent that an information category at level 4 can be determined, logged and stored												An information category of the WEGS at level 2, 3 or 4 cannot be determined, logged and stored
The WEGS is able to perform the intended functions, regardless of whether it is actually active and regardless of the capacity level that can be provided.							The WEGS is not operating or it stops operating due to one of the restricting conditions described in the underlying information categories					
The WEGS is performing the intended functions			The WEGS is not performing the intended functions due to one of the circumstances described in the underlying information categories				The WEGS is stopped or prohibited with the intention of performing scheduled maintenance	The WEGS is stopped or prohibited with the intention of performing planned corrective actions	The WEGS is disabled because of damage, faults or failures or an alarm	The WEGS is stopped or prohibited due to manual intervention when work is suspended according to predefined conditions	This category is entered by manual intervention when a force majeure situation is detected according to contractual terms	
The WEGS is performing the service with full capacity at the given conditions	The WEGS is performing the service but not at full capacity	The WEGS is ready and able to activate the service	The WEGS determines or receives information that technical standby tasks have to be executed	One or more of the environmental conditions change to be out of the WEGS design specifications	The WEGS is shut down by an external request	One or more of the electrical parameters at the WEGS change to be out of the design specifications of the WEGS						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Exit conditions												
An information category of the WEGS at level 2, 3 or 4 cannot be determined, logged and stored												The WEGS operating status data are available to the extent that an information category at level 4 can be determined, logged and stored
The WEGS is not able to perform the intended functions							All restricting conditions in all underlying categories are cleared					
The WEGS stops performing the service			All restrictive conditions in all underlying categories are cleared				The WEGS exits this category by manual intervention confirming that the scheduled maintenance has been interrupted or completed	The WEGS exits this category by manual intervention confirming that the planned corrective action has been interrupted or completed	The WEGS exits this category when causes for outage are cleared	This category is terminated by manual intervention when the conditions suspending the work have been cleared	This category is terminated by manual intervention when a force majeure situation is no longer present	
The WEGS is not performing the service with full capacity at the given conditions	The conditions for performing the service at reduced capacity are cleared	The WEGS is not in a 'ready' situation, is not able to activate the service or has activated the service	The WEGS is no longer awaiting or performing technical standby tasks	All environmental conditions change to be within the WEGS design specifications	All active external requests to shut down are cleared	All electrical parameters at the WEGS change to be within the design specifications of the WEGS						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

IEC

Figure A.1 – Overview of the entry and exit conditions of all mandatory information categories described in this document

Annex B (informative)

Optional information categories for WEGS information model – illustrative explanation and examples

B.1 General

This annex describes examples of optional information categories proposed to be applied when more detailed information is required to address specific information needs. An overview of some possible information categories is depicted in Figure B.1.

If further detail is required more optional information categories can be added as underlying categories to the mandatory level 4 and/or to the proposed level 5 categories. All optional information categories shall be located on level 5 or higher to be compliant with this document. Priority of optional categories shall be assigned as depicted in the example in Clause B.2.

B.2 PARTIAL PERFORMANCE – optional categories

B.2.1 Introduction of optional categories

The optional information categories are introduced to further detail the mandatory information category PARTIAL PERFORMANCE as listed below and depicted in Figure B.1.

- **derated** – as defined in B.2.2;
- **degraded** – as defined in B.2.3.

B.2.2 Derated

The information category **derated** can be used to accumulate time periods when a WEGS is operative and generating at reduced power because of external commands or external constraints.

External constraints would typically include, but are not limited to, partial power curtailment, grid stability support modes, ancillary services, environmental conditions (temperature, dust, turbulence, etc.) or other external factors (noise, shadow, flicker, wake, turbulence, etc.).

The **derated** category is an underlying category of PARTIAL PERFORMANCE and has no predefined underlying optional information categories.

Entry point – An external event or manual intervention prohibits the intended function of the WEGS from operating at full specified capability.

Exit point – All external constraints which prohibit a WEGS from operating at full specified capability no longer exist.

Information categories						
Mandatory level 1	Mandatory level 2	Mandatory level 3	Mandatory level 4	Mandatory priority	Optional level 5	level 5 priority
INFORMATION AVAILABLE (IA)	OPERATIVE (IAO)	IN SERVICE (IAOS)	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	1		
			PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	2	derated	2.1
					degraded	2.2
		READY STANDBY (IAOSRS)	3			
		OUT OF SERVICE (IAOOS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	4		
			OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION (IAOSEN)	5	calm winds	5.1
					other environmental	5.2
			REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	6		
			OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION (IAOOSSEL)	7		
		NON-OPERATIVE (IANO)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)		8	
	PLANNED CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)		9	retrofit	9.1	
				upgrade	9.2	
				other corrective action	9.3	
	FORCED OUTAGE (IANOFO)		10	response	10.1	
				diagnostic	10.2	
				logistic	10.3	
				failure repair	10.4	
	SUSPENDED (IANOS)		11	suspended scheduled maintenance	11.1	
				suspended planned corrective action	11.2	
				suspended forced outage	11.3	
	FORCE MAJEURE (IAFM)			12		
	INFORMATION UNAVAILABLE (IU)			13		

IEC

Figure B.1 – Information category overview – mandatory and optional

B.2.3 Degraded

The information category **degraded** can be used to accumulate time periods when a WECS is operative and generating power with a reduced performance because of internal constraints.

Internal constraints could result from component damage or the need to prevent component damage, e.g. component overheating, vibration levels, bearing issues, converter cooling system reductions, etc.

The **degraded** information category is an underlying category of PARTIAL PERFORMANCE.

Entry point – An internal event or manual intervention prohibits a WEGS from operating the intended functions at full specified capability.

Exit point – All internal constraints which prohibit a WEGS from operating at a specified capability no longer exist.

B.3 OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – optional categories

B.3.1 Introduction of optional categories

The optional information categories are introduced to further detail the mandatory information category OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION as listed below and depicted in Figure B.1.

- **calm winds** – as defined in B.3.2;
- **other environmental** – as defined in B.3.3.

B.3.2 Calm winds

The information category **calm winds** can be used to accumulate time periods when a WEGS is operative but not generating because the wind speed is under the design specification for the minimum wind speed of the turbine.

The **calm winds** category is an underlying category of OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION and has no predefined underlying information categories.

Entry point – The wind speed in the natural environment changes to be below the WEGS design specification for minimum wind speed, prohibiting the WEGS from generating.

Exit point – The wind speed in the natural environment rises above the WEGS design specification for minimum wind speed.

B.3.3 Other environmental

The information category **other environmental** is obtained when the WEGS is operative but not generating as one or more conditions of the natural environment are outside the design specifications, other than wind speed being below the design specification for minimum wind speed.

The **other environmental** optional information category is an underlying category of OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION and has no predefined underlying information categories.

Entry point – One or more conditions in the natural environment changes to be outside the WEGS design specification, other than the wind speed falling below the design specification for minimum wind speed, prohibiting the WEGS from generating.

Exit point – All conditions in the natural environment are within the design specification of the WEGS, other than the wind speed in the natural environment being above the WEGS design specification for minimum wind speed.

B.4 PLANNED CORRECTIVE ACTION – optional categories

B.4.1 Introduction of optional categories

The optional information categories are introduced to further detail the mandatory information category NON-OPERATIVE as listed below and depicted in Figure B.1. The main purpose of these optional information categories is to provide generic terms for assigning responsibility in case planned corrective actions are performed.

Optional information categories applicable for PLANNED CORRECTIVE ACTION are:

- **retrofit** – as defined in B.4.2;
- **upgrade** – as defined in B.4.3;
- **other corrective action** – as defined in B.4.4.

B.4.2 Retrofit

The information category **retrofit** will identify the planned corrective actions to incorporate any modification recommended by the manufacturer to achieve the WEGS specification.

Entry point – The retrofit activity begins. The operator has already prepared support needed such as parts, repair team, equipment, etc. A retrofit category can only be entered by manual intervention.

Exit point – This information category is terminated by manual intervention when the retrofit activity is completed.

B.4.3 Upgrade

The information category **upgrade** will identify the planned corrective actions to incorporate any modification recommended by the manufacturer to improve the WEGS performances beyond the specification. These upgrades are user's choice to implement.

Entry point – The upgrade activity begins. The operator has already prepared support needed such as parts, repair team, equipment, etc. The upgrade category can only be entered by manual intervention.

Exit point – This information category is terminated by manual intervention when the upgrade activity is completed.

B.4.4 Other planned corrective action

The information category **other planned corrective action** will identify planned corrective actions that are not retrofits or upgrades. An example would be to replace a generator bearing that was found damaged in an earlier inspection but could continue operating while parts and logistics were prepared for the repair.

Entry point – The other planned corrective action activity begins. The operator has already prepared support needed such as parts, repair team, equipment, etc. This information category can only be entered by manual intervention.

Exit point – This information category is terminated by manual intervention when the other planned corrective action activity is completed.

B.5 FORCED OUTAGE – optional category

B.5.1 Introduction of optional categories

The following optional information categories can be applied to increase the detail of the mandatory information category FORCED OUTAGE. The main purpose for these optional information categories is to provide generic terms for assigning responsibility for various stages of an outage workflow.

When an outage category is encountered a breakdown of the outage workflow can be interesting for monitoring the performance of the various parties involved.

The time terms to be observed can be as specified in B.5.2 to B.5.5. The overall workflow can be separated into optional information categories as depicted in Figure B.2.

As seen from the schematic workflow, the time period from when a fault in a WECS is detected to when the failure is repaired and all alarms/events are cleared can be divided into four underlying optional information categories as listed below.

- **response** (R) – as defined in B.5.2;
- **diagnostic** (D) – as defined in B.5.3;
- **logistic** (L) – as defined in B.5.4;
- **repair** (F) – as defined in B.5.5.

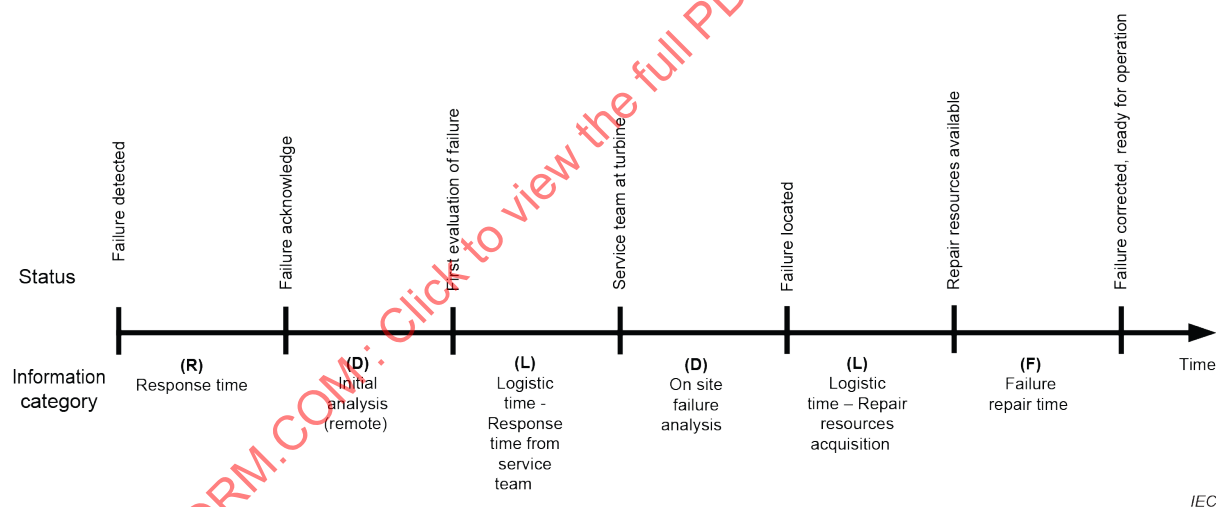


Figure B.2 – Workflow breakdown structure

B.5.2 Response

The information category **response** can be used to accumulate time periods from notification of any event until an action on the event has been initiated.

In the workflow breakdown this category could cover, but is not limited to:

- failure acknowledge;
- service partner response time for a repair request;
- service team setup;
- waiting time for acceptance to initiate a corrective action.

Entry point – An internal fault or external command is received and the WECS generator system does not automatically return to the operative category.

Exit point – The operator detects and logs fault or status. A WEGS generator system can only exit this category by manual intervention.

B.5.3 Diagnostic

The information category **diagnostic** can be used to accumulate time periods spend to analyse a fault symptom, related measurements and findings indicating a failure and planning corrective action. In the workflow breakdown it covers, but is not limited to:

- initial analysis;
- remote detailed analysis;
- additional analysis;
- additional clarifications required;
- planning corrective actions;
- approval of corrective actions.

Entry point – The operator detects and logs fault or status. The WEGS can only enter this mode by manual intervention.

Exit point – The operator has completed analysis and determined required action. A WEGS generator system can only exit this category by manual intervention.

B.5.4 Logistic

The information category **logistic** can be used to accumulate time periods used for logistic activities such as, but is not limited to:

- transportation of tools;
- crane lead time;
- service team set-up;
- ordering support tools;
- ordering spare parts;
- waiting time for resource allocation;
- lead time for tools required;
- lead time for spare parts required.

Entry point – The operator has completed analysis and determined required action and has initiated actions such as: orders parts, calls out repair team, etc. A WEGS can only enter this category by manual intervention.

Exit point – All the required actors and equipment are in place for the activities called for by the current diagnostics. A WEGS can only exit this category by manual intervention.

B.5.5 Repair

The information category **repair** can be used to accumulate time periods used for implementation of repair activities such as, but not limited to:

- change of a defective sensor;
- change of control software version;
- verification of replaced damage parts;
- inspection or audit related to repairing activity;
- run-in test after finalizing repair activity.

Entry point – The repair activity begins either local or remote. A Repair time information category can only be entered by manual intervention.

Exit point – This information category is terminated by manual intervention when the repair activity is completed.

B.6 SUSPENDED – optional categories

B.6.1 Introduction of optional categories

The following optional information categories can be applied to increase details in the mandatory information category SUSPENDED. The main purpose for the optional information categories focusing on the suspended situation is to provide generic terms for exchange of information on availability for suspended periods.

Optional information categories applicable for SUSPENDED are:

- **scheduled maintenance** – as defined in B.6.2;
- **planned corrective action** – as defined in B.6.3;
- **forced outage** – as defined in B.6.4.

B.6.2 Suspended scheduled maintenance

The information category **suspended scheduled maintenance** covers all situations where a suspension is initiated during a scheduled maintenance activity.

Entry point – This information category is entered by manual intervention when a scheduled maintenance task is suspended according to predefined conditions.

Exit point – This information category is terminated by manual intervention when the conditions suspending the work have been cleared.

B.6.3 Suspended planned corrective action

The information category **suspended planned corrective action** covers all situations where a suspension is initiated during a planned corrective activation period.

Entry point – This information category is entered by manual intervention when a planned corrective action is suspended according to predefined conditions.

Exit point – This information category is terminated by manual intervention when the conditions for suspending the work have been cleared.

B.6.4 Suspended forced outage

The information category **suspended forced outage** covers all situations where a suspension is initiated during a forced outage.

Entry point – This information category is entered by manual intervention when a forced outage corrective action is suspended according to predefined conditions.

Exit point – This information category is terminated by manual intervention when the conditions for suspending the work have been cleared.

B.7 Considerations of competing assignment of lost service

Situations might arise where data gathered do not adequately reflect the assignment of downtime and lost production, because of enforcing mutual exclusivity of the categories in the information model.

This will occur when the entry conditions for two or more optional categories are fulfilled at the same time, thus invariably resulting in the selection of one category over another according to the principles of priority. When it comes to assigning the consequent losses, this would potentially result in undetermined/inaccurate weighting of the losses assigned to various categories as demonstrated in the example below. See Figure B.3.

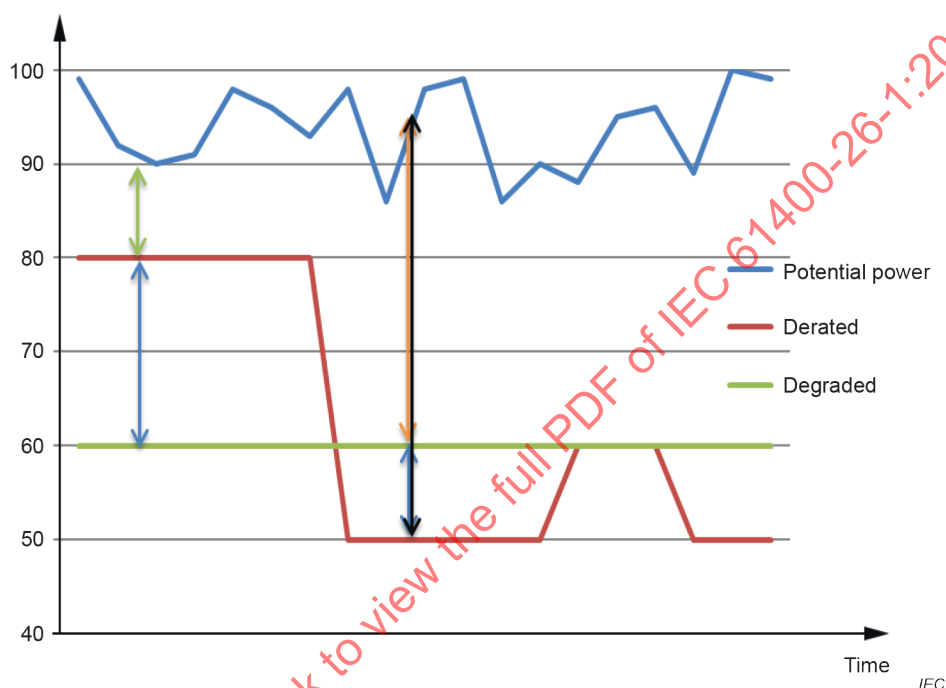


Figure B.3 – Example of simultaneous degrading and derating

Scenario:

The WEGS is degraded to 60 % of its nominal power due to deterioration. At the same time, the grid operator requests to derate the WEGS to 80 % of its nominal production and later to a value lower than the degraded value. The wind is at all times sufficient to achieve both potential service delivery values (**derated** and **degraded**). Clarification might be needed concerning which potential service delivery shall have priority: 80 % as **derated** and 60 % as **degraded**, with potential service delivery in accordance with the actual wind conditions. This limitation is inherent in the information model. Therefore, it is prudent to consider which conflicts might arise in advance, and how these should be resolved.

Annex C (informative)

Examples of availability indicators

C.1 General

C.1.1 Introduction to the scope of this annex

Annex C is divided into three clauses. Clause C.2 deals with time-based availability, Clause C.3 describes production-based availability and Clause C.4 introduces additional availability indicators, users might apply. Examples are given for calculating time-based and production-based availability. The examples are only for illustrative purposes and appropriate application of the model can be extended to optional information categories as well as various levels of the WPS. The equations used and the assignment of categories to 'available' and 'unavailable' is entirely up to the user(s) to decide on.

C.1.2 Time-based availability

The clause on time-based availability illustrates examples of how to calculate availability of a WECS. Each example is based on an assignment of the information categories into:

- a) information categories considered as available time (green colouring);
- b) information categories considered as unavailable time (red colouring);
- c) information categories not to be considered in the availability calculation (grey colouring).

Users may find other arrangements of the categories more suited for their needs.

When calculating time-based availability, the following equation is widely accepted:

$$\text{Availability}_{\text{time}} = 1 - \frac{\text{Unavailable time}}{\text{Available time} + \text{Unavailable time}} \quad (\text{C.1})$$

C.1.3 Production-based availability

The clause on production-based availability illustrates examples of how to calculate production-based availability of a WECS. For the time period to which production-based availability is to be calculated, the operation of the turbine shall first be categorized according to the information categories.

The examples of production-based availability calculations are defined in terms of:

- a) actual service delivery (green colouring);
- b) lost service (red colouring);
- c) information categories not to be considered in the availability calculation (grey colouring).

When calculating the production-based availability in the examples, the following equation is applied:

$$\text{Availability}_{\text{prod}} = 1 - \frac{\text{Lost service}}{\text{Actual service delivery} + \text{lost service}} \quad (\text{C.2})$$

where 'lost service' is the sum of the individual losses in each category considered unavailable, see 4.5.5.

C.1.4 Mapping of availability and unavailability

When calculating availability, each information category shall first be assigned to being either 'available' or 'unavailable' or excluded. This assignment shall be decided and fixed by the parties involved. In this subclause, two scenarios for category assignments are presented, see Table C.1.

Table C.1 – Example of mapping of available and unavailable information categories

	Mandatory – Information categories													Availability = 1 – unavailability/ (availability + unavailability)		
MEANING OF COLOURS: GREEN = included in period as available RED = included in period as unavailable GREY = excluded	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSSEL)	MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATION UNAVAILABLE (IU)		Operational availability (C.2)	Technical availability (C.3)
Operational availability															X	
Technical availability																X

'Operational availability' is here understood as the fraction of a given period of time in which a WECS is actually producing. Lost operating hours due to any reason are included as unavailability. 'Operational availability' may be seen as the users or 'operator's view'.

'Technical availability' is here understood as the fraction of a given period of time in which a WECS is operating according to its design specifications. 'Technical availability' may be considered as 'the maintenance provider's view'.

C.2 Time-based availability

C.2.1 General

The time-based approach is based on counting the number of hours assigned to available and unavailable information categories.

C.2.2 Time-based availability – "operational availability"

This subclause illustrates application of the Formula (C.1) for a time-based operational availability calculation. Examples are made for mandatory categories and for situations also considering the optional categories defined for level 5.

a) Basic operational availability algorithm based on mandatory categories only

In this example, time considered as available is

- FULL PERFORMANCE, IAOSFP
- PARTIAL PERFORMANCE, IAOSPP
- READY STANDBY, IAOSRS

Time considered unavailable is

- TECHNICAL STANDBY, IAOSTS
- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION, IAOSSEN
- REQUESTED SHUTDOWN, IAOSRS
- OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION, IAOSSEL
- SCHEDULED MAINTENANCE, IANOSM
- PLANNED CORRECTIVE ACTION, IANOPCA
- FORCED OUTAGE, IANOFO
- SUSPENDED, IANOS
- FORCE MAJEURE, IAFM

The assignment of 'availability' and 'unavailability' is illustrated in Table C.1. Applying the above definitions to Formula (C.1) gives

$$\text{Operational availability}_{\text{time}} = 1 - \frac{\text{IAOSTS} + \text{IAOSSEN} + \text{IAOSRS} + \text{IAOSSEL} + \text{IANOSM} + \text{IANOPCA} + \text{IANOFO} + \text{IANOS} + \text{IAFM}}{(\text{IAOSFP} + \text{IAOSPP} + \text{IAOSRS}) + (\text{IAOSTS} + \text{IAOSSEN} + \text{IAOSRS} + \text{IAOSSEL} + \text{IANOSM} + \text{IANOPCA} + \text{IANOFO} + \text{IANOS} + \text{IAFM})} \quad (\text{C.3})$$

Time not considered is

- INFORMATION UNAVAILABLE, IU

Since no information about the WECS is known in the INFORMATION UNAVAILABLE category, these periods are not included as available or unavailable, and are excluded entirely from the calculation.

b) Basic operational availability algorithm – including optional categories

In this example, time considered as available is

- FULL PERFORMANCE, IAOSFP
- PARTIAL PERFORMANCE, IAOSPP
- READY STANDBY, IAOSRS
- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – **calm winds**, IAOSSEN_C

Time considered unavailable is

- TECHNICAL STANDBY, IAOSTS
- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – **other environmental**, IAOSSEN_O
- REQUESTED SHUTDOWN, IAOSRS
- OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION, IAOSSEL
- SCHEDULED MAINTENANCE, IANOSM
- PLANNED CORRECTIVE ACTION, IANOPCA
- FORCED OUTAGE, IANOFO

- SUSPENDED, IANOS
- FORCE MAJEURE, IAFM

Time not considered is

- INFORMATION UNAVAILABLE, IU

Applying the above definitions to Formula (C.1) gives

$$\text{Operational availability}_{\text{time}} \text{ (incl. level 5)} = 1 - \frac{\text{IAOOSTS} + \text{IAOSEN}_O + \text{IAOOSRS} + \text{IAOOSEL} + \text{IANOSM} + \text{IANOPCA} + \text{IANOFO} + \text{IANOS} + \text{IAFM}}{(\text{IAOSFP} + \text{IAOSPP} + \text{IAOSRS} + \text{IAOSEN}_C) + (\text{IAOOSTS} + \text{IAOSEN}_O + \text{IAOOSRS} + \text{IAOOSEL} + \text{IANOSM} + \text{IANOPCA} + \text{IANOFO} + \text{IANOS} + \text{IAFM})} \quad (\text{C.4})$$

The use of the optional categories **calm winds** and **other environmental** allows for a distinction between lost operating hours due to unavailable wind resource, and those hours lost due to other operating conditions being beyond the design specifications of the WEGs. Thus, some low wind situations can be assigned as 'not penalized' (e.g. **calm winds**).

C.2.3 Time based availability – "technical availability"

This subclause illustrates application of the Formula (C.1) for a time-based technical availability calculation. An example considering mandatory categories only is presented.

In this example, time considered as available is

- FULL PERFORMANCE, IAOSFP
- PARTIAL PERFORMANCE, IAOSPP
- READY STANDBY, IAOSRS
- TECHNICAL STANDBY, IAOOSTS
- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION, IAOSEN
- REQUESTED SHUTDOWN, IAOOSRS
- OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION, IAOOSEL

Time considered unavailable is

- PLANNED CORRECTIVE ACTION, IANOPCA
- FORCED OUTAGE, IANOFO

Time not considered is

- SCHEDULED MAINTENANCE, IANOSM
- SUSPENDED, IANOS
- FORCE MAJEURE, IAFM.
- INFORMATION UNAVAILABLE, IU

Applying the above definitions to Formula (C.1) gives

$$\text{Technical availability}_{\text{time}} = 1 - \frac{\text{IANOPCA} + \text{IANOFO}}{(\text{IAOSFP} + \text{IAOSPP} + \text{IAOSRS} + \text{IAOOSTS} + \text{IAOSEN} + \text{IAOOSRS} + \text{IAOOSEL}) + (\text{IANOPCA} + \text{IANOFO})} \quad (\text{C.5})$$

C.3 Production-based availability

C.3.1 General

The production-based approach is based on summing-up the actual and potential production assigned to available and unavailable information categories.

C.3.2 Production-based availability – "operational availability"

This subclause illustrates application of the Formula (C.2) for a production-based operational availability calculation. An example considering mandatory categories only is presented.

In this example, information categories with an actual energy production are:

- FULL PERFORMANCE, $IAOSFPS_A$
- PARTIAL PERFORMANCE, $IAOSPPS_A$
- READY STANDBY, $IAOSRSS_A$

Information categories with lost production are:

- PARTIAL PERFORMANCE, $IAOSPPS_P - IAOSPPS_A$
- READY STANDBY, $IAOSRSS_P - IAOSRSS_A$
- TECHNICAL STANDBY, $IAOOSTSS_P$
- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION, $IAOOSENS_P$
- REQUESTED SHUTDOWN, $IAOOSRSS_P$
- OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION, $IAOOSELS_P$
- SCHEDULED MAINTENANCE, $IANOSMS_P$
- PLANNED CORRECTIVE ACTION, $IANOPCAS_P$
- FORCED OUTAGE, $IANOFOS_P$
- SUSPENDED, $IANOSS_P$
- FORCE MAJEURE, $IAFMS_P$

Information categories not included in the calculation are:

- INFORMATION UNAVAILABLE, IU

Applying the above definitions to Formula (C.2) gives

$$\begin{aligned}
 \text{Operational production-based availability}_{\text{prod}} &= 1 - \frac{
 \begin{aligned}
 &(IAOSPPS_P - IAOSPPS_A) + (IAOSRSS_P - IAOSRSS_A) + IAOOSTSS_P + IAOOSENS_P + IAOOSRSS_P + IAOOSELS_P + IANOSMS_P + IANOPCAS_P + IANOFOS_P + IANOSS_P + IAFMS_P
 \end{aligned}
 }{
 \begin{aligned}
 &(IAOSFPS_A + IAOSPPS_A + IAOSRSS_A) + (IAOSPPS_P - IAOSPPS_A) + (IAOSRSS_P - IAOSRSS_A) + IAOOSTSS_P + IAOOSENS_P + IAOOSRSS_P + IAOOSELS_P + IANOSMS_P + IANOPCAS_P + IANOFOS_P + IANOSS_P + IAFMS_P
 \end{aligned}
 }
 \end{aligned}
 \quad (C.6)$$

Note that since no information about the WECS is known in the INFORMATION UNAVAILABLE information category, these periods are not included as available or unavailable, and are excluded entirely from the calculation. This is the equivalent of assuming that production during those periods is the same as the average production during the period for which information is available.

C.3.3 Production-based availability – "technical availability"

This subclause illustrates application of the Formula (C.2) for a production-based technical availability calculation. Examples are made for mandatory categories and for situations also considering the optional categories defined for level 5.

a) Basic operational availability algorithm based on mandatory categories only

In this example, information categories with actual energy production are:

- FULL PERFORMANCE, $IAOSFPS_A$
- PARTIAL PERFORMANCE, $IAOSPPS_A$
- READY STANDBY, $IAOSRSS_A$

Furthermore, although the following categories are non-generating and have no actual energy production, for the purposes of this definition, the potential energy production associated with each is included as available:

- TECHNICAL STANDBY, $IAOOSTSS_P$
- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION, $IAOOSENS_P$
- REQUESTED SHUTDOWN, $IAOOSRSS_P$
- OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION, $IAOOSELS_P$

Information categories with lost production are:

- PARTIAL PERFORMANCE, $IAOSPPS_P - IAOSPPS_A$
- READY STANDBY, $IAOSRSS_P - IAOSRSS_A$
- PLANNED CORRECTIVE ACTION, $IANOPCAS_P$
- FORCED OUTAGE, $IANOFOS_P$

Information categories not included in the calculation include:

- SCHEDULED MAINTENANCE, $IANOSMS_P$
- SUSPENDED, $IANOSS_P$
- FORCE MAJEURE, $IANEMS_P$
- INFORMATION UNAVAILABLE, IU

Applying the above definitions to Formula (C.2) gives

$$\text{Technical production-based availability}_{\text{prod}} = 1 - \frac{(IAOSPPS_P - IAOSPPS_A) + (IAOSRSS_P - IAOSRSS_A) + IANOPCAS_P + IANOFOS_P}{(IAOSFPS_A + IAOSPPS_A + IAOSRSS_A + IAOOSTSS_P + IAOOSENS_P + IAOOSRSS_P + IAOOSELS_P) + (IAOSPPS_P - IAOSPPS_A) + (IAOSRSS_P - IAOSRSS_A) + IANOPCAS_P + IANOFOS_P} \quad (\text{C.7})$$

b) Basic technical availability algorithm – including optional categories

In this example, information categories with actual energy production are:

- FULL PERFORMANCE, $IAOSFPS_A$
- PARTIAL PERFORMANCE – **derated**, $IAOSPP_{DRS_A}$
- PARTIAL PERFORMANCE – **degraded**, $IAOSPP_{DGS_A}$
- READY STANDBY, $IAOSRSS_A$

Furthermore, although the following categories are non-generating and have no actual energy production, for the purposes of this definition, the potential energy production associated with each is included as available:

- PARTIAL PERFORMANCE – **derated**, $IAOSPP_{DR}S_P - IAOSPP_{DR}S_A$
- TECHNICAL STANDBY, $IAOOSTSS_P$
- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – **other environmental**, $IAOOSSEN_O S_P$
- REQUESTED SHUTDOWN, $IAOOSRSS_P$
- OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION, $IAOOSELS_P$

Information categories with lost production are:

- PARTIAL PERFORMANCE – **degraded**, $IAOSPP_{DG}S_P - IAOSPP_{DG}S_A$
- READY STANDBY, $IAOSRSS_P - IAOSRSS_A$
- PLANNED CORRECTIVE ACTION, $IANOPCAS_P$
- FORCED OUTAGE, $IANOFOS_P$

Information categories not considered in the calculation include:

- OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – **calm winds**, $IAOOSSEN_C S_P$
- SCHEDULED MAINTENANCE, $IANOSMS_P$
- SUSPENDED, $IAOSS_P$
- FORCE MAJEURE, $IAFMS_P$
- INFORMATION UNAVAILABLE, IU

Applying the above definitions to Formula (C.2) gives

$$\begin{aligned}
 & \text{Technical production-based availability}_{\text{prod}} = 1 - \frac{
 \begin{aligned}
 & (IAOSPP_{DG}S_P - IAOSPP_{DG}S_A) + (IAOSRSS_P - IAOSRSS_A) + IANOPCAS_P + IANOFOS_P \\
 & (IAOSFPS_A + IAOSPP_{DR}S_A + IAOSPP_{DG}S_A + IAOSRSS_A + (IAOSPP_{DR}S_P - IAOSPP_{DR}S_A) + IAOOSTSS_P + IAOOSSEN_O S_P + IAOOSRSS_P + IAOOSELS_P) + (IAOSPP_{DG}S_P - IAOSPP_{DG}S_A) + (IAOSRSS_P - IAOSRSS_A) + IANOPCAS_P + IANOFOS_P
 \end{aligned}
 }{
 \begin{aligned}
 & (IAOSFPS_A + IAOSPP_{DR}S_A + IAOSPP_{DG}S_A + IAOSRSS_A + (IAOSPP_{DR}S_P - IAOSPP_{DR}S_A) + IAOOSTSS_P + IAOOSSEN_O S_P + IAOOSRSS_P + IAOOSELS_P) + (IAOSPP_{DG}S_P - IAOSPP_{DG}S_A) + (IAOSRSS_P - IAOSRSS_A) + IANOPCAS_P + IANOFOS_P
 \end{aligned}
 }
 \end{aligned}
 \quad (C.8)$$

Unlike in the example of ‘operational availability’ in C.2.2, the use of the optional information categories OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – **calm winds** and OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – **other environmental** is different. For calm wind situations, there is no actual or potential energy production and therefore no lost production. Periods of calm winds are essentially excluded from production-based availability calculations. Production-based availability is affected when wind resources are not captured by a WEGS due to environmental conditions beyond the design specifications of the WEGS, but the performance metric is not penalized when no wind resource is available.

C.4 Capacity factor and other performance indicators

C.4.1 General

In addition to time-based or production-based availability, which primarily describe the readiness of a WEGS to capture site wind resources, other performance indicators may be defined which might be useful in describing or characterizing additional aspects of the WEGS performance. Users may find other definitions or other performance indicators to be more applicable to their needs.

The information model can be extended by the users to other parameters of interest as well. For example, an additional layer can be defined for the revenue associated with the actual, potential, or lost production of the WEGs for any specific information category, and revenue-based production can be assessed in a similar manner.

C.4.2 Capacity factor

Capacity factor is the amount of energy produced by a WEGs compared to how much energy could have been produced if the WEGs has operated at its rated power during the specified period of time, and may be defined in terms of actual energy production or potential energy production. The capacity factor is a measure of the WEGs capability to generate electricity at a specific site (sometimes expressed as the equivalent full load hours over a specified period of time).

Capacity factors may be calculated as in the examples of Formulae (C.9) and (C.10).

$$\text{Actual capacity factor} = \frac{\text{Actual energy production}}{(\text{Rated power}) \times (\text{specified period hours})} \quad (\text{C.9})$$

$$\text{Potential capacity factor} = \frac{\text{Potential energy production}}{(\text{Rated power}) \times (\text{specified period hours})} \quad (\text{C.10})$$

where maximum production is defined as the energy that would have been produced if the WEGs has operated at its rated output during that period of time.

C.4.3 Production ratio

Production ratio is the amount of energy produced by a WEGs while in FULL PERFORMANCE compared to its potential energy production.

$$\text{Production ratio} = \frac{\text{Actual energy production}}{\text{Potential energy production}} \quad (\text{C.11})$$

The production ratio is a measure of whether the WEGs is producing as expected. WEGs output in FULL PERFORMANCE can be different than expected due to blade fouling, improper alignment, pitch system malfunction, temperature or turbulence effects among others. This performance metric allows for the quick identification of such issues, since the production ratio on those units is expected to be less than one. It should also be noted that actual energy production can be the same as or greater than potential energy production depending on expected variations in production and how potential energy production is defined, or over what period of time the production ratio is calculated.

C.4.4 Mean-value based information

While capacity-based information is not explicitly stored in the information model, the mean capacity can be derived from the information model for some services. This can for example be done for the actual energy production and the potential energy production data stored in layers 2 and 3, by dividing the values stored in the respective layers by the information in the corresponding category in layer 1.

Annex D (informative)

Verification scenarios – examples

D.1 General

This annex is intended to illustrate the application of indicators introduced in Annex B and Annex C.

D.2 Time-based scenarios for a WTGS

D.2.1 Introduction to verification scenarios

Each scenario consists of a time line covering one calendar week of events that typically occur at a WTGS. The scenarios are described in the subclauses D.2.2 to D.2.7.

For each scenario, time is distributed into the mandatory information categories as depicted in graphical form in Table D.1. Colours indicate how the individual mandatory information categories are included in the availability calculations, with green indicating that time is included in the period hours as available, red indicating that time is included in the period hours as unavailable and grey indicates those hours excluded from the period hours and not included in the calculation of the performance metric.

Table D.1 – Verification scenarios – time allocation to information categories

	Mandatory – information categories													Availability = 1 – unavailability/ (availability + unavailability)	
MEANING OF COLOURS: GREEN = included in period hours as available RED = included in period hours as unavailable GREY = excluded from period hours	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATION UNAVAILABLE (IU)	Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)
Operational availability														X	
Technical availability															X

The availability for the period is then calculated by the formula (C.1) in Annex C in this document.

For each scenario, these availability performance metrics are calculated, according to the definitions in Annex C, each with a different perspective on availability performance measurement.

D.2.2 Scenario 1 – communication aspects**Table D.2 – Verification scenarios – communication aspects**

			Mandatory – Information categories													Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOOSSE)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATION UNAVAILABLE (IU)		
MEANING OF COLOURS:																	
GREEN = included in period hours as available																	
RED = included in period hours as unavailable																	
GREY = excluded from period hours																	
Operational availability																X	
Technical availability																	X
1. Scenarios																	
1.1	WTGS produces power all week	Distribution of time (weekly hours) across information states	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0 %	100,0 %
1.2	WTGS has 10 h before all communication is lost	WTGS is 100 % available during the 10 known hours	10												158	100,0 %	100,0 %
1.3	WTGS runs 5 h, has 1 h fault and then runs again 4 h before all communication is lost	if the Information Unavailable state were included in the period time, availability would be 99,4 %, an assumption that the WTGS was availability all those hours	9									1			158	90,0 %	90,0 %
1.4	An earlier gearbox fire has destroyed all communication to the unit. There is no on-line information available.	A forced outage, the state is known, but manual entry needed	0									168				0,0 %	0,0 %

In scenario 1.1 in D.2.2 where the WTGS has operated at full power for a continuous week of 168 h, these metrics are each 100 %, as expected.

The communications scenarios illustrate the importance of excluding from the calculation time where information about the turbine state is unknown. In scenario 1.3, if the 158 h of unknown state were included in the period time, the operational and technical availability would increase to 99,4 %. However, it is not known whether the WTGS was available or unavailable during this time period, and these hours shall be excluded from the calculation. This essentially extrapolates the measured availability metric throughout the period when information is unavailable.

Note that the loss of electronic or on-line communication does not necessarily imply information is unavailable. As shown in scenario 1.4 in Table D.2, the information category of a WTGS will in some instances have to be manually entered, or data corrected when a state becomes known later.

WTGS with local information storage could have a higher availability than a WTGS without local information storage. In addition, local information storage in a WTGS might facilitate a more correct picture of the availability metrics.

D.2.3 Scenario 2 – partial operational aspects

Table D.3 – Verification scenarios – partial operational aspects

			Mandatory – Information categories													Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOOSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFD)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATION UNAVAILABLE (IU)		
MEANING OF COLOURS:																	
GREEN = included in period hours as available																	
RED = included in period hours as unavailable																	
GREY = excluded from period hours																	
Operational availability																X	
Technical availability																	X
2. Scenarios		Comments															
2.1	Output is curtailed to 50 % power for 40 h due to grid constraints	Time-based performance indicators not affected by partial operation	128	40												100,0 %	100,0 %
2.2	Due to a generator bearing problem, output is limited to 50 % load for 2 days	Time-based performance indicators not affected by partial operation	120	48												100,0 %	100,0 %
2.3	WTGS mechanical failure prevents active power production for 50 h, but the unit is able to produce reactive power	100 % available if reactive power alone is considered generation. 70,2 % if not.	118									50				100,0 %	100,0 %

The scenarios depicted in Table D.3 demonstrate that for time-based availability measurements, generating at partial capacity does not affect the availability calculation, and that generating reactive power only, per the defined information category, is also considered partial generation.

D.2.4 Scenario 3 – maintenance aspects**Table D.4 – Verification scenarios – maintenance aspects**

MEANING OF COLOURS: GREEN = included in period hours as available RED = included in period hours as unavailable GREY = excluded from period hours Operational availability Technical availability			Mandatory – Information categories												Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOOSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)			INFORMATION UNAVAILABLE (IU)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			GREEN	GREEN	GREEN	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	

In scenarios depicted in Table D.4, maintenance affects operational availability, but not technical availability, as it is planned and scheduled. WTGS designs which require less maintenance will have higher measured operational availabilities. According to the definitions and priorities established in this document, planned corrective actions have a higher priority than maintenance, and a manual data entry might be needed to allocate time to planned corrective action after the scheduled maintenance is completed in scenario 3.2.

D.2.5 Scenario 4 – operational aspects

Table D.5 – Verification scenarios – operational aspects

MEANING OF COLOURS: GREEN = included in period hours as available RED = included in period hours as unavailable GREY = excluded from period hours Operational availability Technical availability			Mandatory – Information categories												Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOOSSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)			INFORMATION UNAVAILABLE (IU)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

MEANING OF COLOURS: GREEN = included in period hours as available RED = included in period hours as unavailable GREY = excluded from period hours Operational availability Technical availability			Mandatory – Information categories												Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)		
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)			INFORMATION UNAVAILABLE (IU)	
																X		
																		X
4. Scenarios		Comments																
4.6	A unit if down all week due to a gearbox failure. 20 h of regular scheduled maintenance is done during this time	Down time is a higher priority and you cannot enter maintenance from this state	0								168						0,0 %	0,0 %
4.7	Blade icing is detected and unit shuts down for 10 h. During this time, cable untwist and other system checks are performed for 2 h	OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION is higher priority. Cannot go to standby from there	158				10										94,0 %	100,0 %
4.8	There is a 2 day grid outage. During this time, 4 h of maintenance are performed, winds exceed specs for 8 h, and a planned repair is done for 2 h	OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION is higher priority than OUT OF ENVIRONMENTAL, lower than maintenance and repair	120						42	4	2						71,4 %	98,8 %
4.9	On an offshore unit, a generator fails just 5 h into the week, but rough seas prevent access the entire rest of the week	Technical availability is reported at 100 %	5									163					3,0 %	100,0 %
4.10	Bat diurnal patterns cause the unit to be shut down for 2 h each day		154				14										91,7 %	100,0 %

			Mandatory – Information categories												Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOOSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)		
MEANING OF COLOURS:																
GREEN = included in period hours as available																
RED = included in period hours as unavailable																
GREY = excluded from period hours																
Operational availability															X	
Technical availability																X
4. Scenarios			Comments													
4.11	WTGS faults offline for an overtemp. pitch motor and restarts after a 2-h cooling period. This happens 10 times	Cooling is recovery from a design issue – FORCED OUTAGE time	148									20			88,1 %	88,1 %
4.12	2 h into a repair of a failed part, lightning and high winds stop all work for 16 h than it resumes and is completed in 2 more hours	SUSPEND is higher priority than FORCED OUTAGE. Manual entry needed. The unit will see this as a fault	148									4	16		88,1 %	97,4 %

The operational scenarios depicted in Table D.5 more fully illustrate the distinction between operational availability and technical availability to the specifications, and the usefulness of these metrics in assessing overall availability performance. In scenario 4.1, for example, the WTGS shuts down as expected for winds which exceed the maximum design limit. Although this is per design, from the operator's viewpoint of the WTGS, the unit is unavailable, causing lost operating hours. Units with lower cut-out speeds will have comparable technical availability, but lower operational availability.

Scenario 4.2 illustrates the use of priorities and definitions to handle complicated combinations of events. Note that in scenario 4.6, performing planned maintenance during a forced outage is a part of effective operations, but the forced outage is a higher priority and the unit remains unavailable.

Scenario 4.9 highlights the difficulty in accounting for safety suspension hours. From the operator's system view, the unit is clearly unavailable, and while the lost hours contribute to WTGS unavailability since the cause of the initial forced outage was a part failure, the safety suspension prevent this condition from being corrected, extending the FORCED OUTAGE. The technical availability metric is not charged with this lost operating time. However, to report the unit as 100 % technically available during this time period is an apparent contradiction to the low operational availability.

D.2.6 Scenario 5 – grid/electrical network aspects

Table D.6 – Verification scenarios – grid / electrical network aspects

MEANING OF COLOURS: GREEN = included in period hours as available RED = included in period hours as unavailable GREY = excluded from period hours Operational availability Technical availability			Mandatory – Information categories													Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOOSSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFD)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATION UNAVAILABLE (IU)		

As shown in Table D.6, scenario 5.1, hours when the system is outside of its electrical design specifications are considered unavailable from the operator's system perspective but not from the WTGS perspective since this is clearly beyond the control of the WTGS.

A FORCED OUTAGE, however, is a higher priority, and a unit which is in the FORCED OUTAGE category at the beginning of a grid outage would remain in a FORCED OUTAGE, even though it is unlikely the unit can be returned to service before the electrical system is brought back in to specification.

Table D.7 – Verification scenarios – environmental aspects

MEANING OF COLOURS: GREEN = included in period hours as available RED = included in period hours as unavailable GREY = excluded from period hours Operational availability Technical availability			Mandatory – Information categories												Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)	
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOOSEN)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN-CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)			INFORMATION UNAVAILABLE (IU)
6. Scenarios			Comments														
6.1	Winds are below the cut in speed for 68 h in a week	100 % technically available, but lost operating hours due to low winds	100			68										59,5 %	100,0 %
6.1a	Same as 6.1, but uses optional category OUT OF ENVIRONMENT – calm winds	*100 % operational availability if the optional state – OUT OF ENVIRONMENTAL calm winds is included as available. No lost operation due to WTGS														100,0 %*	100,0 %
6.2	Winds are only above the cut in speed for 8 h in the week, the WTGS is faulted for 4 h and runs for 4 h	Lost hours due to wind speeds outside specification affect operational availability, not technical availability	4			160				4						2,4 %	97,6 %
6.2a	Same as 6.2, but uses optional state OUT OF ENVIRONMENT – calm winds	*97,6 % operational availability if the optional category – OUT OF ENVIRONMENTAL calm winds is included as available														97,6 %*	97,6 %

MEANING OF COLOURS: GREEN = included in period hours as available RED = included in period hours as unavailable GREY = excluded from period hours Operational availability Technical availability			Mandatory – Information categories												Operational availability (C.2.2)	Technical availability (C.2.3)		
			FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	READY STANDBY (IAOSRS)	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	OUT OF ENVIRON SPEC (IAOOSSE)	REQUESTED SHUTDOWN (IAOOSRS)	OUT OF ELECTRICAL SPEC (IAOOSSEL)	SCHEDULED MAINTENANCE (IANOSM)	PLAN CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	FORCED OUTAGE (IANOFO)	SUSPENDED (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)			INFORMATION UNAVAILABLE (IU)	
																X		
																		X
6. Scenarios		Comments																
6.3	Good winds, but temperatures are below operating minimum for 68h	Low operational availability ties to lost production due to cold. All OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION hours could be excluded from availability calculation and availability would be 100 %, but this does not reflect lost potential operating hours	100			68											59,5 %	100,0 %
6.4	A unit operates for 80 h then is in forced outage for 4 h and then temperatures drop to –30 °C and all units stop operation	FORCED OUTAGE and OUT OF ENVIRON SPECIFICATION affect operational availability same, but not technical availability	80			84				4							47,6 %	97,6 %
6.5	A WTGS rated for 30 °C operation stops operation for 20 h due to temperatures rising to 35 °C	WTGS designed for higher temperatures will have higher operational availability, but technical availability is 100 % per design	148			20											88,1 %	100,0 %
6.6	A WTGS rated for 40 °C operation continues to operate for 20 h as temperatures rise to 35 °C	Operational availability of the better WTGS is higher, as expected	168			0											100,0 %	100,0 %

The scenarios depicted in Table D.7, review environmental scenarios, primarily the impact on calculated availability metrics of ambient temperatures and wind speed above or below the design specification of the turbine.

Scenario 6.1, for example, illustrates the loss of availability due to low wind speed. Although there is little potential for production, the unit cannot operate outside its design limits and is therefore unavailable to the operator but is fully available technically. This apparent contradiction is resolved using the optional category for OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – **calm winds**. Similarly, when the ambient temperature is above or below the design limit, the wind turbine is also operationally unavailable, but technically available.

WTGSs which through better design have broader operating ranges of wind speed and ambient temperature, will have higher operational availability, as expected since they will likely actually operate for more hours, though both might have the same technical availability according to their respective designs. This is shown in Table D.7, scenarios 6.5 and 6.6.

D.3 Production-based scenarios for a WTGS

D.3.1 Introduction to verification scenarios

This clause illustrates examples for application of the three layers of the information model set out in this document. It illustrates methods for calculation of various production based availability indicators according to Annex C for a WTGS.

The examples illustrate possible conflicts if or when actual energy production is not equal to potential energy production. The examples suggest possible assignments of loss based on possible contractual conditions. Under all scenarios hereinafter, the following conditions are applied:

- The WTGS is assumed to produce 100 kWh or 0 kWh (potential service delivery) during the depicted period, depending on the scenario.
- Each scenario represents one time bin which consists of 10 min.

A degree of uncertainty is inherent for measurement of the power curve and for the calculation of potential energy production. In these scenarios, the WTGS user and the WTGS maintenance provider agree to accept the uncertainty to avoid disputes on the difference between the actual energy production and the potential energy production. Otherwise, the power curve and/or the calculation model most likely will need to be verified to determine whether there is lost production or not.

D.3.2 Scenarios under FULL PERFORMANCE

Table D.8 – FULL PERFORMANCE: by definition, actual energy production is equal to the potential energy production

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
1	FULL PERFORMANCE	Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	100	100	Zero by definition	

The example in Table D.8 is an ideal scenario. Both the WTGS user and the WTGS maintenance provider are satisfied by the full performance of the WTGS. There is no lost production by definition.

Table D.9 – FULL PERFORMANCE: actual energy production is less than potential energy production but within agreed uncertainty

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
2	FULL PERFORMANCE	Wind energy for the rated power is available for the whole time period. However, actual energy production for the period is 95 kWh instead of 100 kWh.	95	100	Zero by definition	WTGS user may think that the power curve is under performing by 5 %. The WTGS maintenance provider might think that the calculation model is over predicting by 5 %. Another possibility is degraded WTGS performance due to contaminated blades or ice accumulated on blades.

Lacking agreement on uncertainty parameters, the lost production at FULL PERFORMANCE needs to be taken into account, and the information category might be changed from FULL PERFORMANCE to PARTIAL PERFORMANCE.

In the scenario in Table D.9, at least the following four examples of debate are possible:

- the WTGS user might think that power curve is underperforming by 5 %;
- the WTGS maintenance provider might think that the calculation model is over predicting by 5 %, thus the potential energy production is 95 kWh and there is no lost production;
- the WTGS maintenance provider might doubt the cleanliness of the blades. If the WTGS user is assigned to keeping blades clean, he or she is also assigned to the lost production;
- the WTGS performance might be degraded due to ice accumulated on blades. If the WTGS user has accepted the risk of ice on blades, he or she is assigned to the lost production.

Table D.10 – FULL PERFORMANCE: actual energy production greater than potential energy production

Example	Information Category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
3	FULL PERFORMANCE	Wind energy for the rated power is available for the whole time period. However, actual energy production is 103 kWh instead of 100 kWh.	103	100	Zero by definition	The WTGS user might think that the power curve is under declared by 3 %. On the other hand, The WTGS maintenance provider might think that the calculation model is over predicting by 3 %.

In the scenario in Table D.10, at least the following two examples of debate are possible:

- a) The WTGS user might think that power curve is under declared by 3 %.
- b) The WTGS maintenance provider might think that the calculation model is under predicting by 3 %, thus the potential energy production is 103 kWh and there is no lost production.

D.3.3 Scenarios under PARTIAL PERFORMANCE

Table D.11 – PARTIAL PERFORMANCE – derated: grid constraint

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
4	PARTIAL PERFORMANCE – derated	Due to grid constraint, the WTGS output is constrained to 75 kWh. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	75	100	25	Grid operator is assigned to the entire lost production although financially he or she might not be assigned to compensate it.

The scenario in Table D.11 illustrates a grid constraint situation. In this case, the WTGS output is constrained only by the grid operator ordering a setpoint change and all the lost production is due to grid constraint.

Table D.12 – PARTIAL PERFORMANCE – derated: grid constraint, actual energy production less than requested

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
5	PARTIAL PERFORMANCE – derated	Due to grid constraint, the WTGS output is constrained to 75 kWh. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	65	100	35	Grid operator is assigned to 25 kWh of the lost production although financially he or she might not be assigned to compensate it. The missing 10 kWh needs to be assigned after investigation, taking into account the uncertainty.

The scenario in Table D.12 illustrates a grid constraint situation with a turbine producing less than the constrained limit. Even under the grid constraint, the WTGS is supposed to produce 75 kWh but is only producing 65 kWh. Under this scenario, at least the following four examples are possible:

- a) the WTGS user might think that power curve is underperforming by approximately 13 %;
- b) the WTGS maintenance provider might think that the calculation model is over predicting by 13 %, thus the potential energy production is 65 kWh and there is no lost production;

- c) the WTGS maintenance provider might doubt the cleanliness of the blades. If the WTGS user is assigned to keeping blades clean, he or she is also assigned to the lost production;
- d) the WTGS performance might be degraded due to ice accumulated on blades. If the WTGS user has accepted the risk of ice on blades, he or she is assigned to the lost production.

Table D.13 – Partial performance – derated: output constraint due to excessive noise of the WTGS

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
6	PARTIAL PERFORMANCE – derated	Noise from the WTGS is beyond the warranted level but operation is acceptable if the WTGS output is capped to half. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	50	100	50	Noise warranty contract between the WTGS user and the WTGS maintenance provider might have defined that the WTGS maintenance provider is assigned to lost production under derated operation due to noise.

The scenario in Table D.13 illustrates a noise constraint situation. Although the WTGS output is constrained only by noise. All the lost production is due to noise constraint.

Table D.14 – PARTIAL PERFORMANCE – derated: dirt on blades constrained performance

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
7	PARTIAL PERFORMANCE – derated	Contaminated blades constrain power performance of the WTGS, operator is aware of this. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	95	100	5	The WTGS user is assigned to keeping blades clean but failed to do so thus assigned to lost production.

In the scenario in Table D.14, the WTGS user is assigned to blade cleaning but he did not do it. He or she is therefore assigned to the lost production.

Table D.15 – PARTIAL PERFORMANCE – derated: ice accumulated on blades has been detected, WTGS is allowed to operate although the power performance is ‘derated’

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
8	PARTIAL PERFORMANCE – derated	Ice accumulated on blades is detected and the WTGS is still allowed to operate although derated. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	95	100	5	The WTGS user might have agreed with the WTGS maintenance provider that he could operate the WTGS even though ice has accumulated on blades and the power performance is derated for which the WTGS maintenance provider is free from assignment.

In the scenario in Table D.15, the WTGS output is derated by ice accumulated on blades. If the WTGS user has accepted the risk of ice on blades, he or she is assigned to the lost production.

Table D.16 – PARTIAL PERFORMANCE – degraded: WTGS deterioration known to the WTGS user

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
9	PARTIAL PERFORMANCE – degraded	The WTGS performance has declined. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	50	100	50	The WTGS is under warranty and a claim is filed.

In the scenario in Table D.16, data shows that the power performance is degraded. The WTGS user issues a warranty claim.

D.3.4 Scenarios under READY STANDBY

Table D.17 – READY STANDBY: avian detection system

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
10	READY STANDBY	Avian detection system is armed but not triggered.	100	100	0	If triggered, the category for the detection system will change and effect a change in categories of other services.

The WTGS is equipped with an avian detection system which is a feature that can trigger a halt or idling situation. If the system is armed but not triggered, the system is in READY STANDBY. In this category, in Table D.17, is illustrated that the WTGS is not experiencing any change in actual production or in potential production or any loss caused by the avian detection system.

Table D.18 – READY STANDBY: Automatic generation control – var support

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
11	READY STANDBY	Grid operator directions for additional Var support.	50	100	50	If triggered, the category for the detection system will change and effect a change in categories of other services.

In the scenario in Table D.18, due to grid operator directions, additional Var is needed and the WTGS enters into a situation of automatic generator control. This is entry into a READY STANDBY for the reactive energy service. While READY STANDBY is not applicable to active energy, Table D.18 illustrates, that the production is however affected and is decreased by 50 kWh. The grid operator might be assigned to the entire lost production although financially he or she might not be assigned to compensate it.

D.3.5 Scenarios under TECHNICAL STANDBY

In the scenario in Table D.19, the design of the WTGS requires cable unwinding at certain intervals. The WTGS is unable to produce active power during the unwinding process and in this example, the contract shall be consulted to define to whom lost production due to technical standby is assigned.

Table D.19 – TECHNICAL STANDBY: WTGS is cable unwinding

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
12	TECHNICAL STANDBY	The WTGS is unwinding twisted cables and not able to produce active power. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	The contract shall define who is assigned to lost production due to technical standby for cable unwinding, which is necessary by design.

D.3.6 Scenarios under OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION**Table D.20 – OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – calm winds**

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
13	OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – calm winds	No wind energy for power production is available for the whole time period.	0	0	0	

In the scenario in Table D.20, there is no possibility of production, thus no loss. The WTGS is operating as intended.

Table D.21 – OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – high winds

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
14	OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – high winds	Wind speed is beyond the cut-out speed for the whole time period.	0	0	0	

In the scenario in Table D.21, there is no possibility of production, thus no loss. The WTGS is operating as intended. Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

Table D.22 – OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – temperature too high

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
15	OUT OF ENVIRONMENTAL SPECIFICATION – temperature	Temperature is too high and out of the operational range as set by the WTGS manufacturer.	0	0	0	In this example, no potential production is assumed; in other examples it might be considered to have a value corresponding to the actual wind speed.

In the scenario in Table D.22, there is no possibility of production, thus no loss. The WTGS is operating as intended. Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

D.3.7 Scenarios under REQUESTED SHUTDOWN**Table D.23 – REQUESTED SHUTDOWN: ice on blades is detected and WTGS user requests shutdown of the WTGS**

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
16	REQUESTED SHUTDOWN – ice on blades	Ice has accumulated on blades. The WTGS user is concerned about risk of ice drop and requests shutdown of the WTGS. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	0	0	The WTGS user is assigned to the lost production although he did not count any loss by his discretion. The WTGS maintenance provider might however take a different view and insist credit for potential energy production of the 100 kWh of wind resource which is lost by shutdown.

In the scenario in Table D.23, at least the following two examples are possible:

- the WTGS user decides to shutdown the WTGS, and the WTGS maintenance provider is in agreement. There is no potential energy production and no lost production;
- the WTGS user decides to shutdown the WTGS but the WTGS maintenance provider argues it is not necessary. The WTGS maintenance provider then insists on credit for potential energy production of 100 kWh which is lost by the shutdown.

Since the ice coating is an environmental condition, a criterion could be established to distinguish when to apply to what model category. Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

Table D.24 – REQUESTED SHUTDOWN: sector management

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
17	REQUESTED SHUTDOWN – sector management	Wind direction is subject to shutdown according to the agreement between the WTGS user and the WTGS manufacturer or maintenance provider, although wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	0	0	

In the scenario in Table D.24, the WTGS is shut down for sector management based on the agreement between the WTGS user and the WTGS manufacturer or maintenance provider. Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

Table D.25 – REQUESTED SHUTDOWN: noise nuisance – warranty claim

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
18	REQUESTED SHUTDOWN – Noise nuisance	The WTGS user decides that noise from the WTGS is beyond the warranted level thus requests shutdown. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	The WTGS user make warranty claim to the WTGS manufacturer. The WTGS manufacturer may either accept the warranty claim or pick up the burden of proof.

In the scenario in Table D.25, at least the following two examples are possible:

- the WTGS user might make warranty claim to the WTGS manufacturer for the lost production based on the view that noise from the WTGS is beyond the warranted level;
- the WTGS manufacturer does not agree that noise from the WTGS is beyond the warranted level. The WTGS manufacturer shall prove that noise from the WTGS is within the warranted level.

Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

D.3.8 Scenarios under OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION

Table D.26 – OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION: low voltage

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
19	OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION – Low voltage	The WTGS is shut down due to low voltage caused by the grid system. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	Grid operator is assigned to the entire lost production although contractually he or she might not be assigned to compensate it.

In the scenario in Table D.26, lost production is due to grid system failure and no claim is made to the grid operator. Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

D.3.9 Scenarios under SCHEDULED MAINTENANCE**Table D.27 – SCHEDULED MAINTENANCE: WTGS is under scheduled maintenance work by the WTGS manufacturer or maintenance provider within the time allowance agreed by the maintenance contract**

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
20	SCHEDULED MAINTENANCE	The WTGS is stopped for scheduled maintenance work. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	Some of the maintenance contracts could exempt the WTGS manufacturer or maintenance provider's assignment for lost production within the time allowance for scheduled maintenance while others might not.

In the scenario in Table D.27, at least the following two outcomes are possible:

- the WTGS manufacturer or maintenance provider is not free from assignment for lost production even if it is within the time period of scheduled maintenance. Production-based availability for the relevant warranty contract period is then calculated by the WTGS user;
- the WTGS manufacturer or maintenance provider is free from assignment for lost production because it is within the time allowance for scheduled maintenance and maintenance is within operating parameters of performance as intended.

D.3.10 Scenarios under PLANNED CORRECTIVE ACTION**Table D.28 – PLANNED CORRECTIVE ACTION: WTGS manufacturer or maintenance provider performs corrective action to the WTGS at his discretion outside the time allowance of scheduled maintenance**

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
21	PLANNED CORRECTIVE ACTION	The WTGS is stopped for planned corrective action. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	The WTGS manufacturer or maintenance provider is to be assigned to lost production under the period of planned corrective action.

In the scenario in Table D.28, the WTGS manufacturer or maintenance provider is to be assigned to the lost production.

D.3.11 Scenarios under FORCED OUTAGE**Table D.29 – FORCED OUTAGE: short circuit**

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
22	FORCED OUTAGE – short circuit	An electric component is damaged due to short circuit. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	The WTGS manufacturer or manufacturer or maintenance provider is to be assigned to lost production due to this forced outage.

In the scenario in Table D.29, the WTGS manufacturer or maintenance provider is to be assigned to the lost production, provided that the WTGS manufacturer or maintenance provider is assigned to the outage. Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

Table D.30 – FORCED OUTAGE: corrosion

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
23	FORCED OUTAGE – corrosion	Tower paint is deteriorated and the tower is rusty due to corrosion. The WTGS to be repainted. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	The WTGS manufacturer or maintenance provider is likely to be assigned to lost production due to this forced outage.

In the scenario in Table D.30, the WTGS manufacturer or maintenance provider is likely to be assigned to the lost production, provided that the WTGS manufacturer or maintenance provider is assigned to supplying the tower with adequate coating. Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

Table D.31 – FORCED OUTAGE: overheating

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
24	FORCED OUTAGE – overheating	Wheat chaff has clogged and stuffed radiator for cooling fan. Temperature is raised and the WTGS is shut down due to overheating. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	The WTGS manufacturer or maintenance provider is likely to be assigned to lost production due to this forced outage.

In the scenario in Table D.31, the WTGS manufacturer or maintenance provider is likely to be assigned to the lost production, provided that the WTGS manufacturer or maintenance provider is accountable for proper operation and maintenance. Please note, this optional information category is not prescribed in this document but illustrates how a user-defined optional information category can be used.

D.3.12 Scenarios under SUSPENDED

Table D.32 – SUSPENDED: suspended repair work due to storm with lightning

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
25	SUSPENDED	The WTGS maintenance provider's repair work due to forced outage is suspended by a storm accompanied by lightning. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	The WTGS manufacturer or maintenance provider might or might not be assigned to lost production due to this suspended period.

In the scenario in Table D.32, at least the following two outcomes are possible:

- a) The WTGS manufacturer or maintenance provider is not free from assignment for lost production even though his repair work for forced outage is suspended by storm with lightning. Production-based availability for the relevant warranty contract period is then calculated by the WTGS user. This interpretation is made in accordance with provision of the maintenance contract.

- b) The WTGS manufacturer or maintenance provider is free from assignment for lost production because his repair work for forced outage is suspended by storm with lightning. This interpretation is made in accordance with provision of the maintenance contract and due to safety considerations.

D.3.13 Scenarios under FORCE MAJEURE

Table D.33 – FORCE MAJEURE: no access to the WTGS due to flooding impacting infrastructure

Example	Information category (layer 1) (10 min)	Circumstance	Actual production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)	Explanatory note
26	FORCE MAJEURE	The WTGS manufacturer or maintenance provider could make no access to the WTGS due to flooding beyond the statistically expected impacting infrastructure. Wind energy for the rated power is available for the whole time period.	0	100	100	By contract definition, no loss and no dispute.

In the scenario Table D.33, the contract defines that no one is assigned to lost production when a force majeure event is occurring.

D.4 Production-based scenarios for a WTGS – calculation of lost production

D.4.1 Introduction to verification scenarios

Based on the principles described in Annex C, a number of scenarios for calculation of lost production are provided for illustration. Note that the colour coding introduced in Annex C for equations is applied. Grey shaded information categories in the tables are not included in the calculations per the definitions of Figure 5 and Annex C, Table C.1.

D.4.2 Production-based availability algorithm based on mandatory information categories ("operational availability")

The scenarios in Clause D.3 are expanded further in the example in Table D.34. The scenarios are this time investigated with the purpose of determining a production availability number.

Table D.34 – Production-based availability algorithm based on mandatory information categories only,"operational availability"

Scenario (table in Clause D.3)	Information category (layer 1) (10 min)	Actual energy production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential energy production (layer 3) (kWh) [Calculated]	Lost production (kWh) [Calculated]
1	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	100	100	0
2	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	95	100	0
3	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	103	100	0
4	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	75	100	25
5	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	65	100	35
6	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	50	100	50
7	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	95	100	5
8	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	95	100	5
9	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	50	100	50
10	READY STANDBY (IAOSRS)	100	100	0
11	READY STANDBY (IAOSRS)	50	100	50
12	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	0	100	100
13	OUT OF ENVIRONMENTAL SPEC (IAOSEN)	0	0	0
14	OUT OF ENVIRONMENTAL SPEC (IAOSEN)	0	0	0
15	OUT OF ENVIRONMENTAL SPEC (IAOSEN)	0	0	0
16	REQUESTED SHUTDOWN (IAOSRS)	0	0	0
17	REQUESTED SHUTDOWN (IAOSRS)	0	0	0
18	REQUESTED SHUTDOWN (IAOSRS)	0	100	100
19	OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION, (IAOSEL)	0	100	100
20	SCHEDULED MAINTENANCE, (IANOSM)	0	100	100
21	PLANNED CORRECTIVE ACTION, (IANOPCA)	0	100	100
22	FORCED OUTAGE (IANOFO)	0	100	100
23	FORCED OUTAGE (IANOFO)	0	100	100
24	FORCED OUTAGE (IANOFO)	0	100	100
25	SUSPENDED (IANOS)	0	100	100
26	FORCE MAJEURE (IAFM)	0	100	100

Assuming that all the above scenarios are the situations that fully account for the period for calculating the production availability and by applying the definitions in Figure 5 to Formula (C.2), the operational production-based availability can be calculated:

$$\text{Operational production-based availability} = 1 - \frac{(\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A) + (\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A) + \text{IAOOSTSS}_P + \text{IAOOSENS}_P + \text{IAOOSRSS}_P + \text{IAOOSELS}_P + \text{IANOSMS}_P + \text{IANOPCAS}_P + \text{IANOFOS}_P + \text{IANOSS}_P + \text{IAFMS}_P}{(\text{IAOSFPS}_A + \text{IAOSPPS}_A + \text{IAOSRSS}_A) + (\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A) + (\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A) + \text{IAOOSTSS}_P + \text{IAOOSENS}_P + \text{IAOOSRSS}_P + \text{IAOOSELS}_P + \text{IANOSMS}_P + \text{IANOPCAS}_P + \text{IANOFOS}_P + \text{IANOSS}_P + \text{IAFMS}_P} \quad (\text{D.1})$$

[Numerator]:

$$\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A = 170$$

$$\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A = 50$$

$$\text{IAOOSTSS}_P = 100$$

$$\text{IAOOSENS}_P = 0$$

$$\text{IAOOSRSS}_P = 100$$

$$\text{IAOOSELS}_P = 100$$

$$\text{IANOSMS}_P = 100$$

$$\text{IANOPCAS}_P = 100$$

$$\text{IANOFOS}_P = 300$$

$$\text{IANOSS}_P = 100$$

$$\text{IAFMS}_P = 100$$

$$\text{Subtotal} = 1\,220$$

[Denominator]:

$$\text{IAOSFPS}_A = 298$$

$$\text{IAOSPPS}_A = 430$$

$$\text{IAOSRSS}_A = 150$$

$$\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A = 170$$

$$\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A = 50$$

$$\text{IAOOSTSS}_P = 100$$

$$\text{IAOOSENS}_P = 0$$

$$\text{IAOOSRSS}_P = 100$$

$$\text{IAOOSELS}_P = 100$$

$$\text{IANOSMS}_P = 100$$

$$\text{IANOPCAS}_P = 100$$

$$\text{IANOFOS}_P = 300$$

$$\text{IANOSS}_P = 100$$

$$\text{IAFMS}_P = 100$$

$$\text{Subtotal} = 2\,098$$

Operational production based availability = $1 - (1\,220/2\,098) = 1 - 0,582 = 0,418$ [41,8 %].

D.4.3 Production-based availability algorithm – including optional categories ("technical availability")

Table D.35 – Production-based availability algorithm – including optional categories, "technical availability"

Example (table in Clause D.2)	Information category (layer 1) (10 min)	Actual energy production (layer 2) (kWh) [Measured]	Potential energy production (layer 3) (kWh)	Lost production (kWh)
1	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	100	100	0
2	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	95	100	0
3	FULL PERFORMANCE (IAOSFP)	103	100	0
4	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	75	100	25
5	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	65	100	35
6	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	50	100	50
7	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	95	100	5
8	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	95	100	5
9	PARTIAL PERFORMANCE (IAOSPP)	50	100	50
10	READY STANDBY (IAOSRS)	100	100	0
11	READY STANDBY (IAOSRS)	50	100	50
12	TECHNICAL STANDBY (IAOOSTS)	0	100	100
13	OUT OF ENVIRONMENTAL SPEC. – calm winds (IAOSEN _c)	0	0	0
14	OUT OF ENVIRONMENTAL SPEC. – other environmental (IAOSEN _o)	0	0	0
15	OUT OF ENVIRONMENTAL SPEC. – other environmental (IAOSEN _o)	0	0	0
16	REQUESTED SHUTDOWN (IAOSRS)	0	0	0
17	REQUESTED SHUTDOWN (IAOSRS)	0	0	0
18	REQUESTED SHUTDOWN (IAOSRS)	0	100	100
19	OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION (IAOSEL)	0	100	100
20	SCHEDULED MAINTENANCE, (IANOSM)	0	100	100
21	PLANNED CORRECTIVE ACTION (IANOPCA)	0	100	100
22	FORCED OUTAGE (IANOFO)	0	100	100
23	FORCED OUTAGE (IANOFO)	0	100	100
24	FORCED OUTAGE (IANOFO)	0	100	100
25	SUSPENDED (IANOS)	0	100	100
26	FORCE MAJEURE (IAFM)	0	100	100

Assuming that all the above scenarios are the situations that fully account for the period for calculating the production availability and by applying the definitions in Figure 5 to Formula (C.2), the operational production-based availability can be calculated:

$$\begin{aligned}
 & \text{Technical production-based availability (optional)} = 1 - \frac{(\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A) + (\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A) + \text{IAOOSTSS}_P + \text{IAOSENS}_P + \text{IANOSMS}_P + \text{IANOPCAS}_P + \text{IANOFOS}_P}{(\text{IAOSFPS}_A + \text{IAOSPPS}_A + \text{IAOSRSS}_A) + (\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A) + (\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A) + \text{IAOOSTSS}_P + \text{IAOSENS}_P + \text{IANOSMS}_P + \text{IANOPCAS}_P + \text{IANOFOS}_P} \quad (\text{D.2})
 \end{aligned}$$

[Numerator]

$$\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A = 170$$

$$\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A = 50$$

$$\text{IAOOSTSS}_P = 100$$

$$\text{IAOSENS}_P = 0$$

$$\text{IANOSMS}_P = 100$$

$$\text{IANOPCAS}_P = 100$$

$$\text{IANOFOS}_P = 300$$

$$\text{Subtotal} = 820$$

[Denominator]

$$\text{IAOSFPS}_A = 298$$

$$\text{IAOSPPS}_A = 430$$

$$\text{IAOSRSS}_A = 150$$

$$\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A = 170$$

$$\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A = 50$$

$$\text{IAOOSTSS}_P = 100$$

$$\text{IAOSENS}_P = 0$$

$$\text{IANOSMS}_P = 100$$

$$\text{IANOPCAS}_P = 100$$

$$\text{IANOFOS}_P = 300$$

$$\text{Subtotal} = 1\,698$$

Technical production based availability = $1 - (820/1\,698) = 1 - 0,483 = 0,517$ [51,7 %].

D.5 Production-based scenarios for a WPS

D.5.1 Introduction to verification scenarios

This clause illustrates examples of operational scenarios for some typical services, based on the information model set out in this document. The examples illustrate resulting information categories and values for lost production.

(P): indicates physical potential service level.

(C): indicates constrained potential service level.

D.5.2 Example 1: Normal operation – all WPS

Scenario (see Table D.36): For a period of time, all WTGSs in a WPS are producing active power at rated level for the whole time period.

The reactive power production is contractually agreed to be based on constrained potential service.

The production is fed through to the grid with no restrictions. All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 95 GWh. The potential production is estimated to be 95 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 9,5 GVarh. The reactive power set point is equivalent to 9,5 GVarh for the period. The constrained potential service substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.36 – Scenario, Example 1: Normal operation – all WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	FULL PERFORMANCE	95 GWh	95 GWh (P)	0 GWh
Service: Reactive energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	9,5 GVarh	9,5 GVarh (C)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: The WPS is performing the intended function with the full capacity at the given conditions, hence FULL PERFORMANCE according to 5.3.2.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because the production is limited by a set point and not the capacity of the system according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document.

The loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for constrained potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The service is ordered to shut down and thereby disabled, hence REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

D.5.3 Example 2: Normal operation – part of WPS

Scenario (see Table D.37): For a period of time, part of the WEGSS within a WPS is producing active power at rated level, the other part is producing at lower level (some WEGSS might be stopped). The wind energy resource for rated power is available for the whole time period but the set point for the active energy is externally set to a value corresponding to 100 GWh.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on constrained potential service.

The production is fed through to the grid with no restrictions. All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 95 GWh. The constrained potential service is 100 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 8,5 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to the physically possible for the period, determined to 9,5 GVarh.

Table D.37 – Scenario, Example 2: Normal operation – part of WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – degraded	95 GWh	100 GWh (C)	5 GWh
Service: Reactive energy	PARTIAL PERFORMANCE – degraded	8,5 GVarh	9,5 GVarh (P)	1 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: The service is not delivering the intended function with the full capacity due to individual WEGs not producing at FULL PERFORMANCE. The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **degraded**, according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.3 of this document. Degraded due to the production being limited by an internal constraint e.g. a WEGs defect.

Reactive energy: The service is not delivering the intended function with the full capacity due to individual WEGs not producing at FULL PERFORMANCE. The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **degraded**, according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.3 of this document. The calculated lost service is 1 GVarh.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The service is ordered to shut down and thereby disabled, hence REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

D.5.4 Example 3: Contaminated WTGSs blades – all WPS

Scenario (see Table D.38): For a period of time, all WEGs within a WPS are producing active power and the wind energy resource for rated power is available for the whole time period, but contaminated blades limits power performance of the WEGs.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on constrained potential service.

The production is fed through to the grid with no restrictions. All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 92,9 GWh. The potential production is estimated to be 95 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 9,5 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to 9,5 GVarh for the period. The constrained potential production substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.38 – Scenario, Example 3: Contaminated WTGSs blades – all WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	92,9 GWh	95 GWh (P)	2,1 GWh
Service: Reactive energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	9,5 GVarh	9,5 GVarh (C)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because of the information about contaminated blades according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document. The calculated lost service is 2.1 GWh.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because the production is limited by a set point and not the capacity of the system according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document.

The loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for constrained potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time- based level only.

Low frequency compensation: The service is ordered to shut down and thereby disabled, hence REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time-based level only.

D.5.5 Example 4: Contaminated WTGSs blades – part of WPS

Scenario (see Table D.39): For a period of time, most WTGSs within a WPS are producing active power at rated level as the wind energy resource for rated power is available for the whole time period, but contaminated blades limits power performance of some of the WTGSs.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on constrained potential service.

The production is fed through to the grid with no restrictions. All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 90,5 GWh. The potential production is estimated to be 95 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 9,5 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to 9,5 GVarh for the period. The constrained potential service substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.39 – Scenario, Example 4: Contaminated WTGSs blades – part of WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	90,5 GWh	95 GWh (P)	4,5 GWh
Service: Reactive energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	9,5 GVarh	9,5 GVarh (C)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: Even though some of the individual WTGS are at FULL PERFORMANCE, the category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because of the information about contaminated blades, according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document. The calculated lost service is 4,5 GWh.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because the production is limited by a set point and not the capacity of the system according to 5.3.3. The loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for constrained potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The service is ordered to shut down and thereby disabled, hence REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

D.5.6 Example 5: BOP limitations – all WPS

Scenario (see Table D.40): For a period of time, all WTGSs within a WPS are producing active power and the wind energy resource for rated power is available for the whole time period, but deteriorated transformers within the WPS limits the power capacity of the BOP and all of the WPS. All WTGSs are curtailed. The production is fed through to the grid with restrictions.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on constrained potential service.

All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 55 GWh. The potential production is estimated to be 105 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 75 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to 75 GVarh for the period. The constrained potential service substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.40 – Scenario, Example 5: BOP limitations – all WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – degraded	55 GWh	105 GWh (P)	50 GWh
Service: Reactive energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	75 GVarh	75 GVarh (C)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: The service is not delivering the intended function with the full capacity due to issues with BOP transformers. The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **degraded**, according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.3 of this document, because transformers are considered an internal condition prohibiting the WPS from operating at full performance. The calculated lost service is 50 GWh.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because the production is limited by a set point and not the capacity of the system, according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document.

The loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for constrained potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The service is ordered to shut down and thereby disabled, hence REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

D.5.7 Example 6: BOP limitations – part of WPS

Scenario (see Table D.41): For a period of time, all WTGSs within a WPS are producing active power and the wind energy resource for rated power is available for the whole time period, but deteriorated transformers within the WPS limits the power capacity of the BOP and of the total output of the WPS. A number of WTGSs, but not all, are shot down or curtailed. The production is fed through to the grid with restrictions.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on constrained potential service.

All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 45 GWh. The potential production is estimated to be 105 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 75 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to 75 GVarh for the period. The constrained potential service substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.41 – Scenario, Example 6: BOP limitations – part of WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – degraded	45 GWh	105 GWh (P)	60 GWh
Service: Reactive energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	75 GVarh	75 GVarh (C)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: The service is not delivering the intended function with the full capacity due to issues with BOP transformers. The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **degraded**, according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.3 of this document, because transformers are considered an internal condition prohibiting the WPS from operating at full performance. The calculated lost service is 60 GWh.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because the production is limited by a set point and not the capacity of the system, according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document.

The loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for constrained potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The service is ordered to shut down and thereby disabled, hence REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

D.5.8 Example 7: "Spinning reserve" – part of WPS

Scenario (see Table D.42): For a period of time, part of the WTGSs are producing at rated level, part of the WTGSs are operating at a set point for active power at 0 for grid support service. The wind energy resource for rated power is available for the whole time period. Production is fed through to the grid.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on physical potential service.

All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but dormant. Low frequency compensation is ready but dormant. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 60 GWh. The potential production is estimated to be 100 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 51 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to 51 GVarh for the period. The physical potential service substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.42 – Scenario, Example 8: "Spinning reserve" – part of WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	60 GWh	100 GWh (P)	40 GWh
Service: Reactive energy	FULL PERFORMANCE	51 GVarh	51 GVarh (P)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA

Active energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because the production is limited by a set point and not the capacity of the system, according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document. The calculated lost service is 40 GWh but as the production has been set to 60 by an external request, hence the stakeholders involved might decide to exclude this loss from the availability calculation. As an alternative, the constrained potential service for active energy can be used for calculating the loss. The value of this service is closer to the value of the actual service, thus resulting in a different (lower) lost service. Depending on the purpose, either the constrained potential service, the physical potential service or both can be determined.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to FULL PERFORMANCE, according to 5.3.2, as the production is at rated value according to the set point and the full capacity of the system, the loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for physical potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

D.5.9 Example 8: "Spinning reserve" – all WPS

Scenario (see Table D.43): For a period of time, all WTGSs within a WPS are operating at a set point for active power at 0 for grid support service. The wind energy resource for rated power is available for the whole time period. No active production is fed through to the grid but transmission is possible.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on physically potential service.

All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is ready but dormant. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based-level.

Actual active energy production for the period is 0 GWh. The potential production is estimated to be 100 GWh. The constrained potential production is 0 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 11 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to 11 GVarh for the period. The physically potential service substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.43 – Scenario, Example 7: "Spinning reserve" – all WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	0 GWh (C)	0 GWh (C)	0 GWh
Service: Reactive energy	FULL PERFORMANCE	11 GVarh	11 GVarh (P)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA

Active energy: Though active production is 0, the WPS is operative and in service as the WTGS's are operating. The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document, it is **derated** due to a set point coming from an external source. The calculated lost service is 0 GWh as the constrained potential production is used as basis.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to FULL PERFORMANCE, according to 5.3.2 as the production is at rated value according to the set point and the full capacity of the system, the loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for physical potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

D.5.10 Example 9: Noise restrictions – warranty related

Scenario (see Table D.44): For a period of time, noise from the WTGSs is above the warranted level but operation is acceptable if the WPS output is capped to half. Wind energy for the rated power is available for the whole time period. All WTGSs within the WPS are producing active power.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on constrained potential service.

The production is fed through to the grid with an internal restriction (lowered set point) due to the noise level. All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 50 GWh. The potential production is estimated to be 95 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 9,5 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to 9,5 GVarh for the period. The constrained potential service substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.44 – Scenario, Example 9: Noise restrictions – all WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – degraded	50 GWh	95 GWh (P)	45 GWh
Service: Reactive energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	9,5 GVarh	9,5 GVarh (C)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: The WPS is not delivering the intended function with the full capacity at the given conditions. An internal condition exists which prohibits the WPS from operating at full performance, but the active power output from the wind power plant is greater than zero, hence PARTIAL PERFORMANCE – **degraded** according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.3 of this document. The calculated lost service is 45 GWh.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated**, because the production is limited by a set point and not the capacity of the system according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document. The loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for constrained potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time-based level only.

Low frequency compensation: The service is ordered to shut down and thereby disabled, hence REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time-based level only.

NOTE An example with only part of the WTGS being curtailed due to noise restrictions will result in the same information categories.

D.5.11 Example 10: Noise restrictions – environmentally related

Scenario (see Table D.45): For a period of time, noise from the WTGSs is within the warranted level but due to local environmental noise constraints, the operation is acceptable if the WPS output is capped to half. Wind energy for the rated power is available for the whole time period. All WTGSs within the WPS are producing active power.

The reactive power production is contractually agreed to be reported based on constrained potential service.

The production is fed through to the grid with an internal restriction (lowered set point) due to the noise level. All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation is ready to respond but it is dormant. Low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 50 GWh. The potential production is estimated to be 95 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 9,5 GVarh. The reactive energy set point is equivalent to 9,5 GVarh for the period. The constrained potential service substitutes the potential service for the reactive energy service according to the reporting agreement/contracted.

Table D.45 – Scenario, Example 10: Noise restrictions – all WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	50 GWh	95 GWh (P)	45 GWh
Service: Reactive energy	PARTIAL PERFORMANCE – derated	9,5 GVarh	9,5 GVarh (C)	0 GVarh
Service: High frequency compensation	READY STAND-BY	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: The WPS is not delivering the intended function with the full capacity at the given conditions. An external condition exists which prohibits the WPS from operating at full performance, but the active power output from the wind power plant is greater than zero, hence PARTIAL PERFORMANCE – **derated** according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document. The calculated lost service is 45 GWh.

Reactive energy: The category of the WPS is determined to be PARTIAL PERFORMANCE – **derated** because the production is limited by a set point and not the capacity of the system according to Figure 2, Subclause 5.3.3 and B.2.2 of this document. The loss of reactive production is 0 GVarh for the period according to the definition for constrained potential service.

High frequency compensation: The service is ready to respond, hence READY STANDBY according to 5.3.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The service is ordered to shut down and thereby disabled, hence REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

NOTE An example with only part of the WEGs being curtailed due to noise restrictions will result in the same information categories.

D.5.12 Example 11: Ice storm on grid – all WPS

Scenario (see Table D.46): For a period of time, the grid suffers transmission outage at a location beyond the point of common coupling disabling the WPS from delivering its services. The WPS is requested to shut down all services by the grid operator. Wind energy for the rated power is available for the entire time.

All communication and WPS control system is up and running. High frequency compensation and low frequency compensation is disabled. Both frequency compensation services are considered as on/off services; the reporting requirements are only on a time based level.

Actual active energy production for the period is 0 GWh. The potential production is estimated to be 125 GWh.

Actual reactive energy production for the period is 0 GVarh. The physical potential production is equivalent to 12 GVarh for the period.

Table D.46 – Scenario, Example 11: Ice storm on grid – all WPS

	Information category	Actual service	Potential service	Lost service
Service: Active energy	REQUESTED SHUTDOWN	0 GWh	125 GWh (P)	125 GWh
Service: Reactive energy	REQUESTED SHUTDOWN	0 GVarh	12 GVarh (P)	12 GVarh
Service: High frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA
Service: Low frequency compensation	REQUESTED SHUTDOWN	NA	NA	NA

Active energy: The WPS is not delivering the intended function due to an external condition prohibiting the WPS from operating. Due to the external request the active power output from the wind power plant is disrupted, hence the category REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. The calculated lost service is 125 GWh, but as the production has been set to 0 by an external request, hence the stakeholders involved may decide excluding this loss from the availability calculation.

Reactive energy: The WPS is not delivering the intended function due to an external condition prohibiting the WPS from operating. Due to the external request, the reactive power output from the wind power plant is disrupted, hence the category REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. The loss of reactive production is 12 GVarh for the period according to the definition for physical potential service, but as the production has been set to 0 by an external request, hence the stakeholders involved may decide excluding this loss from the availability calculation.

High frequency compensation: The WPS is not delivering the intended function due to an external condition prohibiting the WPS from operating. Due to the external request, the service from the wind power plant is disrupted, hence the category REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

Low frequency compensation: The WPS is not delivering the intended function due to an external condition prohibiting the WPS from operating. Due to the external request, the service from the wind power plant is disrupted, hence the category REQUESTED SHUTDOWN according to 5.4.4. No loss is estimated as the reporting requirements are on a time based level only.

NOTE In case the external request for shut down is not issued or if the electrical parameters of the grid becomes out of design specifications before or about the same time as the issue of the shutdown request, the information category will change to OUT OF ELECTRICAL SPECIFICATION for all services. It is most likely that this category will replace REQUESTED SHUTDOWN anyway shortly after REQUESTED SHUTDOWN.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

Annex E

(informative)

Possible methods for determination of potential WEGS energy production

E.1 General

Annex E includes various examples of determining the potential energy production of a specific WEGS, considering the site conditions. Due to normal variations in WEGS performance as a result of site conditions and measurement uncertainty, a WEGS operating in the FULL PERFORMANCE information category might produce more or less energy compared to its potential energy production. However, the purpose of Annex E is not to characterize this over or under production, but to assess the potential energy production when a unit is not running in FULL PERFORMANCE to determine the lost production caused by this unit.

Annex E does not specify or recommend any particular method of determining potential energy production but identifies several possibilities and lists issues to be considered for each of the methods. It is up to the user to define the method to be used. This depends on the number of WEGSs at a site, data availability, data quality and other factors.

Two methodologies are defined:

- method 1 – specific power curve and velocities;
- method 2 – power based.

E.2 Specific power curve and velocities methods

E.2.1 General

This group of methods requires a site-specific power curve for each WEGS to be found by plotting velocity vs. power production data. Velocities will then be used to extract the power production data when the WEGS is unavailable. Some of the methods are proposed below.

The following possible methods are described:

- nacelle anemometer wind measurement with power curve;
- upstream wind measurement with power curve;
- met mast wind measurement with correction factors and power curve.

E.2.2 Nacelle anemometer wind measurement with power curve

This method is based on the wind measurement from the nacelle anemometer and the power determination from a power curve for the WEGS. The wind speed is typically determined from a calibrated anemometer on the top of the nacelle and corrected for temperature and pressure to a standard reference condition. The potential energy production for that wind speed can then be determined by:

- a) the manufacturer's specified site specific reference power curve for that turbine, or
- b) the historical power curve developed over time for that specific WEGS when operating in FULL PERFORMANCE.

Issues to consider:

- no equipment outside the WEGS is needed;
- measurement can be synchronised with changes of information category;
- possible for any location or for a site with one WEGS;

- inaccurate due to inclined flow behind the rotor;
- high maintenance (recalibration every two years);
- sensitive to failure of the measurement device;
- measurement in one level;
- significant prior data required to establish the historical power data.

E.2.3 Upstream wind measurement with power curve

Upstream wind sensor modules are located just behind the blades on the nacelle but are capable of measuring wind speed and direction in front of the wind turbine. These wind sensor modules are based on technologies like LIDAR (light detection and ranging), RADAR (radio detection and ranging), RASS (radio acoustic sounding system), SODAR (sonic detection and ranging), etc.

The wind sensor module measures the wind speed directly in front of the WEGS, and therefore delivers a reliable value for the wind resource and the potential energy production calculation.

As with the use of the nacelle anemometer, the measurement shall be corrected for temperature and pressure to a standard reference condition. The potential energy production for that wind speed can then be determined by:

- a) the manufacturer's specified site-specific reference power curve for that WEGS, or
- b) the historical power curve developed over time for that specific WEGS when operating in FULL PERFORMANCE.

Issues to consider:

- measurement over complete rotor area;
- no met mast necessary;
- sensitivity to rotor wash or turbulence;
- newer, relatively expensive technology, with fewer manufacturers;
- one module required for each direction;
- high maintenance (recalibration every two years);
- significant prior data required to establish the historical power data.

E.2.4 Met mast wind measurement with correction factors and power curve

This method relies on using a model of the topography of the site and a mathematical approach to develop a correction factor correlating the wind speed at any specific WEGS location to the wind speed measured at the met mast.

Since the measured values (i.e. wind speed and power) are difficult to synchronize with the changing information categories of the WEGS, some loss of accuracy in the speed up factors can be expected.

As with the use of the nacelle anemometer, the measurement shall be corrected for temperature and pressure to a standard reference condition. The potential energy production for that wind speed can then be determined by:

- a) the manufacturer's specified site specific reference power curve for that WEGS, or
- b) the historical power curve developed over time for that specific WEGS when operating in FULL PERFORMANCE.

Issues to consider:

- measurement of wind speed is less affected by local WEGS conditions;
- measurement at different levels;
- speed up factors for each machine shall be calculated;
- requires one or more met masts at each site; potentially expensive;
- high maintenance (recalibration every two years);
- wind speeds measured at the met mast shall be synchronised with the information categories of each WEGS.

E.3 Power-based methods

E.3.1 General

This group of methods does not require a site-specific power curve. However, a time log (timestamp) has to be used to calculate the potential power production data at the time when the WEGS is unavailable. Some of the methods are proposed below.

The following possible methods are described:

- average production of WPS;
- average production of representative comparison WEGSs;
- data acquisition with comparison chart/database;
- average wind speed of WPS.

E.3.2 Average production of WPS

This method assumes that a nearby WEGS operating in the FULL PERFORMANCE information category would have seen the same wind speed in a given time period as the WEGS in consideration if it has also been in FULL PERFORMANCE. The potential energy production of the WEGS in consideration during a time period is taken to be the product of the nominal power of the WEGS in consideration and the average production factor of all other WEGSs in the wind park operating in FULL PERFORMANCE in the same time period. The potential energy production is then calculated as below:

Calculation of potential energy production:

Step 1: Calculation of the "averaged production factor"

$$F_{AVE} = 1/n \times \sum_{i=1}^n F(i) = 1/n \times \sum_{i=1}^n (P_{P_AVE(i)} / P_N(i)) \quad (E.1)$$

where

F_{AVE} is the averaged production factor;

$F(i)$ is the production factor of WEGS i ;

$P_N(i)$ is the nominal power of WEGS i ;

$P_{P_AVE(i)}$ is the averaged produced power of WEGS i ;

n is the number of units operating in FULL PERFORMANCE (disregarding the WEGS in consideration).

Step 2: Calculation of the lost power of WEGS not in FULL PERFORMANCE

$$P_L = F_{AVE} \times P_{ND} - P_A \quad (E.2)$$

where

- P_L is the lost power of the WEGS not in FULL PERFORMANCE;
- F_{AVE} is the averaged production factor;
- P_{ND} is the nominal power of the WEGS not in FULL PERFORMANCE;
- P_A is the actual power of the WEGS not in FULL PERFORMANCE.

Because the potential energy production is taken directly from other WEGSs operating under approximately the same ambient conditions, no correction for temperature, density, or other site or WEGS conditions is required. This method is not sensitive to wind speed measurement errors.

This method is suitable only for WPS with more than one WEGS.

Issues to consider:

- no wind speed measurement is required;
- no correction for site conditions is required;
- less sensitive to WEGS aging, fouling, deterioration, wake effects, etc.;
- averaging across many units reduces sensitivity to error and variation;
- does not account for local variation in wind conditions from site average;
- requires a minimum number of WEGSs operating at FULL PERFORMANCE;
- measured values shall be synchronized with changed categories of the WEGSs;
- cannot be used if all units are curtailed to PARTIAL PERFORMANCE.

E.3.3 Average production of representative comparison WTGSs

This method is similar to the prior method using the average across the entire WPS but uses as the comparison group a subset of WEGS that are judged to have conditions more similar to the WEGS under consideration. For each WEGS, a group of WTGSs shall be pre-defined that are considered to be most representative of wind and production conditions at the WEGS under consideration. The potential energy production of the WEGS in consideration during a time period is taken to be the average actual energy production of the WEGSs operating in FULL PERFORMANCE in the same time period within the comparison group.

Because the potential energy production is taken directly from other WEGSs operating under similar ambient conditions, no correction for temperature, density, or other site or WEGS conditions is required. This method is not sensitive to wind speed measurement error.

This method is suitable only for wind farm with more than one WEGS.

Issues to consider:

- a representative comparison group shall be defined for each WEGS;
- no wind speed measurement is required;
- no correction for site conditions is required;
- less sensitive to WEGS aging, fouling, deterioration, wake effects, etc.;
- averaging across many WEGSs reduces sensitivity to error and variation;

- does not account for local variation in wind conditions from representative group average;
- requires a minimum number of WEGSS operating at FULL PERFORMANCE;
- measured values shall be synchronized with changed categories of the WEGSS;
- cannot be used if all units are curtailed to PARTIAL PERFORMANCE.

E.3.4 Data acquisition with comparison chart/database

This method is based on the correlation of the wind conditions (met mast) and the power output of the WEGS. This would imply the need of a simultaneous database and the correlation between them in form of a matrix (power output function of the met mast measured wind speed and direction). If data are available, then it is possible to compute the potential energy production.

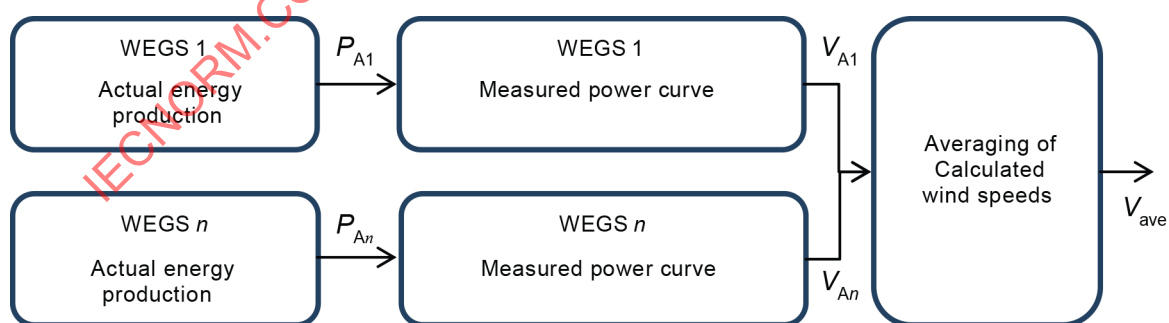
The model is site-specific and requires a learning period. It is suitable only for WPSs with more than one WEGS in the WPS. In case of modifications of the WPS or the site, the learning period has to start again.

Issues to consider:

- changes to the wake exposure of the met mast depending on what WEGSS are generating;
- recalculation of the production based availability after the learning period;
- minimum number of WEGSS required;
- learning period;
- new learning period if the instrumentation is changed or environment is changed (modifications or new WEGS, tree felling, etc.);
- high maintenance (recalibration periodically, consistency of instrumentation).

E.3.5 Average wind speed of WPS

This method is based on calculating the potential energy production of the WEGS in consideration by calculating the average wind speed of the other WEGSS of the WPS operating in FULL PERFORMANCE. The average wind speed of the other WEGSS of the WPS operating in FULL PERFORMANCE is determined by applying the manufacturer's specified site-specific reference power curve for those WEGSS to the measured power output at that time.



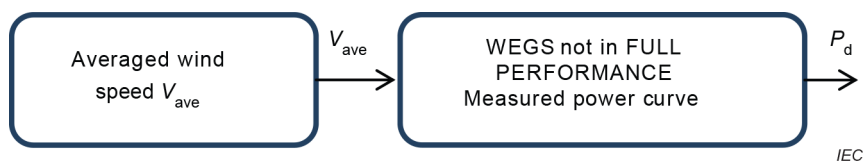
IEC

Key

- P_n measured power of working WEGS "n"
- V_n calculated wind speed in front of WEGS "n"
- V_{ave} averaged wind speed

Figure E.1 – Step 1: calculation of wind speed based on working WEGS 1 to n

The potential energy production of the WEGS in consideration is determined by applying the manufacturer's specified site specific reference power curve of the WEGS in consideration to that WEGS. The calculation method is illustrated in Figure E.1 and Figure E.2.



Key

P_d calculated lost production of the WEGS not in FULL PERFORMANCE

Figure E.2 – Step 2: estimation of lost production for WEGS not in FULL PERFORMANCE

E.4 Determination of potential production for a WPS – examples

E.4.1 Overview

Annex E does not specify or recommend any particular method of determining potential service but identifies possibilities and lists issues to be considered for the methods. It is up to the user to define the method to be used, depending on the number of elements at a WPS, data availability and quality, and other factors.

In this document, there are two terms, constrained potential production and physical potential production, together with the service terminology.

With the introduction of services, the range of products provided by the WPS is extended. In order to relate the lost production to proper terms, more definitions of potential production are needed. In some operational conditions, it's more relevant to relate to the term constrained potential production rather than physical potential production as services will seldom be performing at their potential physical level.

Examples on how to use the two variants of potential production are illustrated in Table E.1.

E.4.2 Primary service

As the active energy production normally is the primary service delivered from a WPS, this will be limited by the physical limits from the plant. In some cases, typically in curtailed situations, it might also be interesting to know the constrained potential production or maybe even both types of potential production. This can be due to different stakeholders having individual reporting requirements.

E.4.3 Secondary services

As the reactive energy production and high and low frequency compensation normally are secondary services delivered from a WPS, these will be limited by a set point. In most cases, this service operates in a curtailed situation. Thus, the constrained potential production is of interest to most stakeholders.

Table E.1 – Examples on how to determine potential production

	Physical potential production	Constrained potential production
Service: Active energy	WPS potential production is the sum of each WECS potential production (see Annex D) compensated for losses in BOP	Set point given by external source
Service: Reactive energy	A sum of the installed reactive power capacity in the WPS compensated for losses in BOP	Set point given by external source
Service: High frequency compensation	Physical potential production of WPS Active power service plus active power consumption capacity (e.g. an energy storage unit)	Set point given by external source
Service: Low frequency compensation	WPS potential production is the sum of each WECS potential production (see Annex D) compensated for losses in BOP (this however would require the WPS operating at no active power output)	Set point given by external source or The difference between actual production and physical potential production of WPS active power service

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

Annex F (informative)

Balance of plant integration

F.1 WPS functions and services

As defined, the wind power station (WPS) consists of the WTGSs and the balance of plant (BOP) which supports transfer of energy services between the WTGSs and the grid. Examined as a system, the BOP provides the WEGS with the required infrastructure of the energy collection subsystem and other services needed to keep the WEGS operational and for delivery of services to the grid. In addition to the site electrical facilities, other capabilities exist such as SCADA as well as civil plant, i.e. roads, which support the operation of the WEGS. These functions may be considered to serve for external and internal purposes for service delivery and asset management which necessarily exist in the WPS.

F.2 Externally required functions and services

The intended functions and services act to integrate desired operational and associated capabilities as the WPS interconnects with the grid. Functionally, these may include reactive power, high frequency compensation, low frequency compensation, and even energy storage. Further, the off-takers, grid authorities and energy markets will need information about plant status and future performance expectations. Examples of this include forecasting, loss of plant availability, generation capacity, performance rating and scheduling. Some of these metrics, especially on prediction, are beyond the scope of this document, but might be useful for determining future performance expectations. Note that some of this is automated function of the WPS while some are the result of human processing of information.

F.3 Internally required functions and services

Asset management functions may be varied but will include the human factors needed for operations and maintenance of the WPS and the management of activities and information. Communications with grid operators, except for required automated information streams, will be performed as part of the internal asset management function and will be accomplished at the plant or a remote site. The operations and maintenance function is broad and includes management and technical staff with equipment such as fleet vehicles, other heavy equipment, and tools/parts/consumables. Reporting of key performance metrics and other required information is also part of operations. In terms of plant system and component availability, the repairs, replacements and restoration of component functionality depend on an efficient asset management function. Intervention in the anticipation of plant needs and conduct of upkeep and repairs to keep components and systems available and operating is a common part of maintenance.

It is expected that the BOP infrastructure will function at high reliability and availability. However, if there is a BOP outage, its consequence could be most severe. During common mode system failures, relatively large numbers of WEGS will be unable to operate as intended. An understanding of the consequences of BOP outages at various points in the WPS is needed to appropriately mitigate consequences. All failures or events that result in service outages are to be allocated in the information model.

F.4 Expansion of the information model for BOP functions and services

The model for BOP elements works on the same principles and model for allocating time to information categories as specified in this document. The mandatory information categories are identical to the mandatory information categories defined for the WEGs but optional categories are individual to different BOP elements. It is possible to develop a model for individual BOP elements and allocate information categories representing the service and possible categories on the principles developed in this document. For example:

Resulting BOP actual energy transfer is the sum of actually measured transferred power of each BOP element (when distributed).

Resulting BOP potential energy transfer is the minimum of the technical capability of the BOP and the potential production of the WEGs.

The BOP will change information category only when it affects the production/services of the WEGs and/or the WPS.

The BOP will change from FULL PERFORMANCE to PARTIAL PERFORMANCE when the resulting BOP actual energy transfer is less than the sum of individual WEGs potential productions, or the ability to deliver other electrical services is temporarily unavailable.

The optional information categories are specific to the information model for the BOP, based on the properties of the BOP and may differ from the optional categories of the WEGs. They are defined as far as they can be attributed to at least one element of the BOP. For example, TECHNICAL STANDBY is not attributable to a WEG foundation but makes sense to attribute to a cable, a breaker or a similar electrical part of a substation. It is the intention of the model to specify generic categories, so that any part of the BOP can be allocated to an information category.

Bibliography

IEC 61400-12 (all parts), *Wind energy generation systems*

IEC 61400-12-1:2017, *Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines*

IEC 61400-12-2:2013, *Wind turbines – Part 12-2: Power performance of electricity-producing wind turbines based on nacelle anemometry*

IEC 61400-25-1:2017, *Wind energy generation systems – Part 25-1: Communications for monitoring and control of wind power plants – Overall description of principles and models*

IEC 61400-25-2:2015, *Wind turbines – Part 25-2: Communications for monitoring and control of wind power plants – Information models*

IEC 61400-25-3:2015, *Wind turbines – Part 25-3: Communications for monitoring and control of wind power plants – Information exchange models*

IEC 61400-25-4:2016, *Wind energy generation systems – Part 25-4: Communications for monitoring and control of wind power plants – Mapping to communication profile*

IEC 61400-25-5:2017, *Wind energy generation systems – Part 25-5: Communications for monitoring and control of wind power plants – Compliance testing*

IEC 61400-25-6:2016, *Wind energy generation systems – Part 25-6: Communications for monitoring and control of wind power plants – Logical node classes and data classes for condition monitoring*

ISO 3977-9:1999, *Gas turbines – Procurement – Part 9: Reliability, availability, maintainability and safety*

IEEE 762-2006, *IEEE Standard for Definitions for Use in Reporting Electric Generating Unit Reliability, Availability, and Productivity*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	106
INTRODUCTION.....	108
1 Domaine d'application	110
2 Références normatives	110
3 Termes, définitions et termes abrégés	111
3.1 Termes et définitions	111
3.2 Termes abrégés	113
4 Modèle d'informations.....	118
4.1 Modèle de base	118
4.2 Catégories d'informations	118
4.3 Priorité des catégories d'informations	120
4.4 Services.....	121
4.5 Couches de fourniture de service	121
4.5.1 Généralités	121
4.5.2 Couche Temps	121
4.5.3 Couche Fourniture de service réel	121
4.5.4 Couche Fourniture de service potentiel.....	122
4.5.5 Service perdu	122
4.6 Modélisation de plusieurs services.....	122
4.7 Détermination des catégories d'informations pour la centrale éolienne.....	125
4.8 Application du modèle d'informations aux composants du WEGS.....	125
5 Catégories d'informations	125
5.1 INFORMATIONS DISPONIBLES.....	125
5.2 OPÉRATIONNEL	126
5.3 EN SERVICE	126
5.3.1 Généralités	126
5.3.2 RENDEMENT TOTAL	127
5.3.3 RENDEMENT PARTIEL	127
5.3.4 PRÊT EN ATTENTE	128
5.4 HORS SERVICE	128
5.4.1 Généralités	128
5.4.2 MISE EN VEILLE TECHNIQUE	129
5.4.3 HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES	129
5.4.4 ARRÊT DEMANDÉ	130
5.4.5 HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES	130
5.5 NON OPÉRATIONNEL.....	131
5.5.1 Généralités	131
5.5.2 MAINTENANCE PROGRAMMÉE	131
5.5.3 ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE.....	132
5.5.4 INDISPONIBILITÉ FORCÉE	132
5.5.5 INTERRUPTION	133
5.6 FORCE MAJEURE.....	133
5.7 INFORMATIONS INDISPONIBLES.....	134
Annexe A (informative) Vue d'ensemble des conditions d'entrée et de sortie pour un système de génération d'énergie éolienne	135
Annexe B (informative) Catégories d'informations facultatives pour le modèle d'informations WEGS – explications et exemples illustratifs	136

B.1	Généralités	136
B.2	RENDEMENT PARTIEL – catégories facultatives.....	136
B.2.1	Introduction aux catégories facultatives	136
B.2.2	Fonctionnement réduit	136
B.2.3	Fonctionnement dégradé	138
B.3	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – catégories facultatives	138
B.3.1	Introduction aux catégories facultatives	138
B.3.2	Vents calmes	138
B.3.3	Autre condition environnementale	138
B.4	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE – catégories facultatives	139
B.4.1	Introduction aux catégories facultatives	139
B.4.2	Rénovation	139
B.4.3	Mise à niveau	139
B.4.4	Autre action corrective programmée	140
B.5	INDISPONIBILITÉ FORCÉE – catégorie facultative	140
B.5.1	Introduction aux catégories facultatives	140
B.5.2	Réponse	141
B.5.3	Diagnostic	141
B.5.4	Logistique	142
B.5.5	Réparation	142
B.6	INTERRUPTION – catégories facultatives	142
B.6.1	Introduction aux catégories facultatives	142
B.6.2	Maintenance programmée interrompue	143
B.6.3	Action corrective programmée interrompue	143
B.6.4	Indisponibilité forcée interrompue	143
B.7	Remarques concernant la cession concurrente du service perdu	143
Annexe C (informative)	Exemples d'indicateurs de disponibilité	145
C.1	Généralités	145
C.1.1	Introduction au domaine d'application de la présente annexe	145
C.1.2	Disponibilité temporelle	145
C.1.3	Disponibilité en production	145
C.1.4	Mapping de la disponibilité et de l'indisponibilité	146
C.2	Disponibilité temporelle	147
C.2.1	Généralités	147
C.2.2	Disponibilité temporelle – "disponibilité opérationnelle"	147
C.2.3	Disponibilité temporelle – "disponibilité technique"	148
C.3	Disponibilité en production	149
C.3.1	Généralités	149
C.3.2	Disponibilité en production – "disponibilité opérationnelle"	149
C.3.3	Disponibilité en production – "disponibilité technique"	150
C.4	Facteur de capacité et autres indicateurs de performance	152
C.4.1	Généralités	152
C.4.2	Facteur de capacité	152
C.4.3	Rapport de production	153
C.4.4	Informations reposant sur la valeur moyenne	153
Annexe D (informative)	Scénarii de vérification – exemples	154
D.1	Généralités	154
D.2	Scénarii temporels d'un aérogénérateur	154

D.2.1	Introduction aux scénarii de vérification	154
D.2.2	Scénario 1 – aspects relatifs à la communication.....	156
D.2.3	Scénario 2 – aspects relatifs au fonctionnement partiel	158
D.2.4	Scénario 3 – aspects relatifs à la maintenance	159
D.2.5	Scénario 4 – aspects opérationnels	160
D.2.6	Scénario 5 – aspects relatifs au réseau/réseau électrique	165
D.2.7	Scénario 6 – aspects environnementaux.....	166
D.3	Scénarii en production d'un aérogénérateur	170
D.3.1	Introduction aux scénarii de vérification	170
D.3.2	Scénarii pour la catégorie RENDEMENT TOTAL	170
D.3.3	Scénarii pour la catégorie RENDEMENT PARTIEL	172
D.3.4	Scénarii pour la catégorie PRÊT EN ATTENTE.....	176
D.3.5	Scénarii pour la catégorie MISE EN VEILLE TECHNIQUE	176
D.3.6	Scénarii pour la catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES	177
D.3.7	Scénarii pour la catégorie ARRÊT DEMANDÉ	178
D.3.8	Scénarii pour la catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES.....	180
D.3.9	Scénarii pour la catégorie MAINTENANCE PROGRAMMÉE	181
D.3.10	Scénarii pour la catégorie ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE	182
D.3.11	Scénarii pour la catégorie INDISPONIBILITÉ FORCÉE.....	182
D.3.12	Scénarii pour la catégorie INTERRUPTION	184
D.3.13	Scénarii pour la catégorie FORCE MAJEURE	185
D.4	Scénarii en production d'un aérogénérateur – calcul de la production perdue	185
D.4.1	Introduction aux scénarii de vérification	185
D.4.2	Algorithme de disponibilité en production selon les catégories d'informations obligatoires ("disponibilité opérationnelle").....	185
D.4.3	Algorithme de disponibilité en production – catégories facultatives comprises ("disponibilité technique")	188
D.5	Scénarii en production d'une centrale éolienne	189
D.5.1	Introduction aux scénarii de vérification	189
D.5.2	Exemple 1: Fonctionnement normal – ensemble de la centrale éolienne	189
D.5.3	Exemple 2: Fonctionnement normal – partie de la centrale éolienne	190
D.5.4	Exemple 3: Contamination des pales de l'aérogénérateur – ensemble de la centrale éolienne	191
D.5.5	Exemple 4: Contamination des pales de l'aérogénérateur – partie de la centrale éolienne	193
D.5.6	Exemple 5: Limitations de l'installation de production d'énergie – ensemble de la centrale éolienne	194
D.5.7	Exemple 6: Limitations de l'installation de production d'énergie – partie de la centrale éolienne	195
D.5.8	Exemple 7: "Réserve tournante" – partie de la centrale éolienne	196
D.5.9	Exemple 8: "Réserve tournante" – ensemble de la centrale éolienne	197
D.5.10	Exemple 9: Restrictions sonores – du point de vue de la garantie.....	198
D.5.11	Exemple 10: Restrictions sonores – du point de vue de l'environnement.....	199
D.5.12	Exemple 11: Tempête de glace sur le réseau – ensemble de la centrale éolienne	201
Annexe E (informative) Méthodes possibles de détermination de la production d'énergie potentielle d'un système de génération d'énergie éolienne		203
E.1	Généralités	203
E.2	Méthode reposant sur la courbe de puissance spécifique et les vitesses.....	203

E.2.1	Généralités	203
E.2.2	Mesure du vent au niveau de l'anémomètre de la nacelle avec courbe de puissance	203
E.2.3	Mesure du vent en amont avec courbe de puissance	204
E.2.4	Mesure du vent au niveau du mât météorologique avec facteurs de correction et courbe de puissance	205
E.3	Méthodes reposant sur la puissance	205
E.3.1	Généralités	205
E.3.2	Production moyenne de la centrale éolienne	206
E.3.3	Production moyenne des aérogénérateurs représentatifs	207
E.3.4	Acquisition de données avec diagramme/base de données de comparaison	208
E.3.5	Vitesse moyenne du vent de la centrale éolienne	208
E.4	Détermination de la production potentielle pour une centrale éolienne – exemples	209
E.4.1	Vue d'ensemble	209
E.4.2	Service primaire	209
E.4.3	Services secondaires	209
Annexe F (informative)	Intégration de l'installation de production d'énergie	211
F.1	Fonctions et services de la centrale éolienne	211
F.2	Fonctions et services exigés en externe	211
F.3	Fonctions et services exigés en interne	211
F.4	Elargissement du modèle d'informations pour les fonctions et services de l'installation de production d'énergie	212
Bibliographie		213
Figure 1	Acteurs intervenant dans l'échange de données dans le cadre d'un système de génération d'énergie éolienne	108
Figure 2	Vue d'ensemble des catégories d'informations	119
Figure 3	Priorités des catégories d'informations	120
Figure 4	Modèle d'informations à trois couches	121
Figure 5	Catégories d'informations, définitions pour la couche 2 et la couche 3, catégories obligatoires	123
Figure 6	Exemples de modèles d'informations représentant le service d'énergie active, le service d'énergie réactive et les services de réponse à basse et haute fréquences	124
Figure A.1	Vue d'ensemble des conditions d'entrée et de sortie de l'ensemble des catégories d'informations obligatoires décrites dans le présent document	135
Figure B.1	Vue d'ensemble des catégories d'informations – obligatoires et facultatives	137
Figure B.2	Structure de décomposition du flux de travaux	141
Figure B.3	Exemple de dégradation et de réduction simultanées	144
Figure E.1	Etape 1: calcul de la vitesse du vent en fonction des systèmes de génération d'énergie éolienne 1 à n en fonctionnement	208
Figure E.2	Etape 2: estimation de la production perdue du système de génération d'énergie éolienne ne se trouvant pas en RENDEMENT TOTAL	209
Tableau C.1	Exemple de mapping de catégories d'informations disponibles et indisponibles	146

Tableau D.1 – Scénarii de vérification – attribution de temps aux catégories d'informations	154
Tableau D.2 – Scénarii de vérification – aspects relatifs à la communication	156
Tableau D.3 – Scénarii de vérification – aspects opérationnels partiels	158
Tableau D.4 – Scénarii de vérification – aspects relatifs à la maintenance	159
Tableau D.5 – Scénarii de vérification – aspects opérationnels	160
Tableau D.6 – Scénarii de vérification – aspects relatifs au réseau/réseau électrique	165
Tableau D.7 – Scénarii de vérification – aspects environnementaux	166
Tableau D.8 – RENDEMENT TOTAL: par définition, la production d'énergie réelle est égale à la production d'énergie potentielle	170
Tableau D.9 – RENDEMENT TOTAL: la production d'énergie réelle est inférieure à la production d'énergie potentielle, mais est dans les limites de l'incertitude convenue	171
Tableau D.10 – RENDEMENT TOTAL: production d'énergie réelle supérieure à la production d'énergie potentielle	172
Tableau D.11 – RENDEMENT PARTIEL – réduit: contraintes sur le réseau	172
Tableau D.12 – RENDEMENT PARTIEL – réduit: contraintes sur le réseau, production d'énergie réelle inférieure à la demande	173
Tableau D.13 – Rendement partiel – réduit: contrainte de sortie en raison du bruit excessif de l'aérogénérateur	174
Tableau D.14 – RENDEMENT PARTIEL – réduit: rendement contraint par l'encrassement des pales	174
Tableau D.15 – RENDEMENT PARTIEL – réduit: une accumulation de glace sur les pales a été détectée et l'aérogénérateur peut fonctionner même si la performance de puissance est "réduite"	175
Tableau D.16 – RENDEMENT PARTIEL – dégradé: détérioration de l'aérogénérateur connue de l'utilisateur	175
Tableau D.17 – PRÊT EN ATTENTE: système de détection d'oiseaux	176
Tableau D.18 – PRÊT EN ATTENTE: réglage automatique de production – support Var	176
Tableau D.19 – MISE EN VEILLE TECHNIQUE: l'aérogénérateur dévrille les câbles	177
Tableau D.20 – HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – vents calmes	177
Tableau D.21 – HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – vents forts	177
Tableau D.22 – HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – température trop élevée	178
Tableau D.23 – ARRÊT DEMANDÉ: de la glace a été détectée sur les pales et l'utilisateur demande l'arrêt de l'aérogénérateur	178
Tableau D.24 – ARRÊT DEMANDÉ: gestion du secteur	179
Tableau D.25 – ARRÊT DEMANDÉ: nuisance sonore – réclamation de garantie	180
Tableau D.26 – HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES: basse tension	180
Tableau D.27 – MAINTENANCE PROGRAMMÉE: le fabricant ou le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur procède à des activités de maintenance programmée sur l'aérogénérateur pendant la période fixée dans le contrat de maintenance	181
Tableau D.28 – ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE: le fabricant ou le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur procède à une action corrective sur l'aérogénérateur à sa discrétion en dehors de la période de maintenance programmée	182
Tableau D.29 – INDISPONIBILITÉ FORCÉE: court-circuit	182
Tableau D.30 – INDISPONIBILITÉ FORCÉE: corrosion	183
Tableau D.31 – INDISPONIBILITÉ FORCÉE: surchauffe	183

Tableau D.32 – INTERRUPTION: travaux de réparation interrompus en raison d'un orage accompagné de foudre.....	184
Tableau D.33 – FORCE MAJEURE: impossible d'accéder à l'aérogénérateur en raison d'inondations ayant une influence sur l'infrastructure	185
Tableau D.34 – Algorithme de disponibilité opérationnelle en production d'un système selon les catégories d'informations obligatoires uniquement ("disponibilité opérationnelle")	186
Tableau D.35 – Algorithme de disponibilité opérationnelle en production – catégories facultatives comprises ("disponibilité technique")	188
Tableau D.36 – Scénario, Exemple 1: fonctionnement normal – ensemble de la centrale éolienne	190
Tableau D.37 – Scénario, Exemple 2: fonctionnement normal – partie de la centrale éolienne.....	191
Tableau D.38 – Scénario, Exemple 3: contamination des pales de l'aérogénérateur – ensemble de la centrale éolienne.....	192
Tableau D.39 – Scénario, Exemple 4: contamination des pales de l'aérogénérateur – partie de la centrale éolienne.....	193
Tableau D.40 – Scénario, Exemple 5: limitations de l'installation de production d'énergie – ensemble de la centrale éolienne.....	194
Tableau D.41 – Scénario, Exemple 6: limitations de l'installation de production d'énergie – partie de la centrale éolienne.....	196
Tableau D.42 – Scénario, Exemple 8: "réserve tournante" – partie de la centrale éolienne.....	197
Tableau D.43 – Scénario, Exemple 7: "réserve tournante" – ensemble de la centrale éolienne.....	198
Tableau D.44 – Scénario, Exemple 9: restrictions sonores – ensemble de la centrale éolienne.....	199
Tableau D.45 – Scénario, Exemple 10: restrictions sonores – ensemble de la centrale éolienne.....	200
Tableau D.46 – Scénario, Exemple 11: tempête de glace sur le réseau – ensemble de la centrale éolienne	201
Tableau E.1 – Exemples de détermination de la production potentielle	210

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE –

Partie 26-1: Disponibilité des systèmes de génération d'énergie éolienne

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 61400-26-1 a été établie par le comité d'études 88 de l'IEC: Systèmes de génération d'énergie éolienne.

Cette première édition annule et remplace l'IEC TS 61400-26-1:2011, l'IEC TS 61400-26-2:2014 and l'IEC TS 61400-26-3:2016.

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

CDV	Rapport de vote
88/665/CDV	88/705/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61400, publiées sous le titre général *Systèmes de génération d'énergie éolienne*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les futures normes de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors de la prochaine édition.

Les catégories d'informations obligatoires définies dans le présent document sont écrites en majuscules; les catégories d'informations facultatives sont écrites en gras.

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

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

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale a pour but d'établir une base commune pour l'échange d'informations relatives aux mesures de disponibilité entre les différents acteurs du secteur de la production d'énergie éolienne (propriétaires, réseaux de distribution, créanciers, opérateurs, fabricants, fournisseurs de maintenance, consultants, organismes réglementaires, organismes de certification et sociétés d'assurance, par exemple). Du fait de ces groupes d'acteurs, un certain nombre d'interfaces internes et externes interviennent dans le cadre de l'exploitation et de la livraison d'énergie. Certaines de ces interfaces sont liées à l'énergie; la plupart sont de nature informative. Puisque l'objectif est d'établir une base commune pour l'échange d'informations, la plupart de ces interfaces sont représentées à la Figure 1 qui identifie les éléments internes et externes liés à la production d'énergie et à la gestion des actifs et qui fait également l'objet d'une terminologie bien définie. Pour ce faire, un modèle d'informations est utilisé afin de spécifier la manière dont les désignations temporelles doivent être divisées en catégories d'informations.

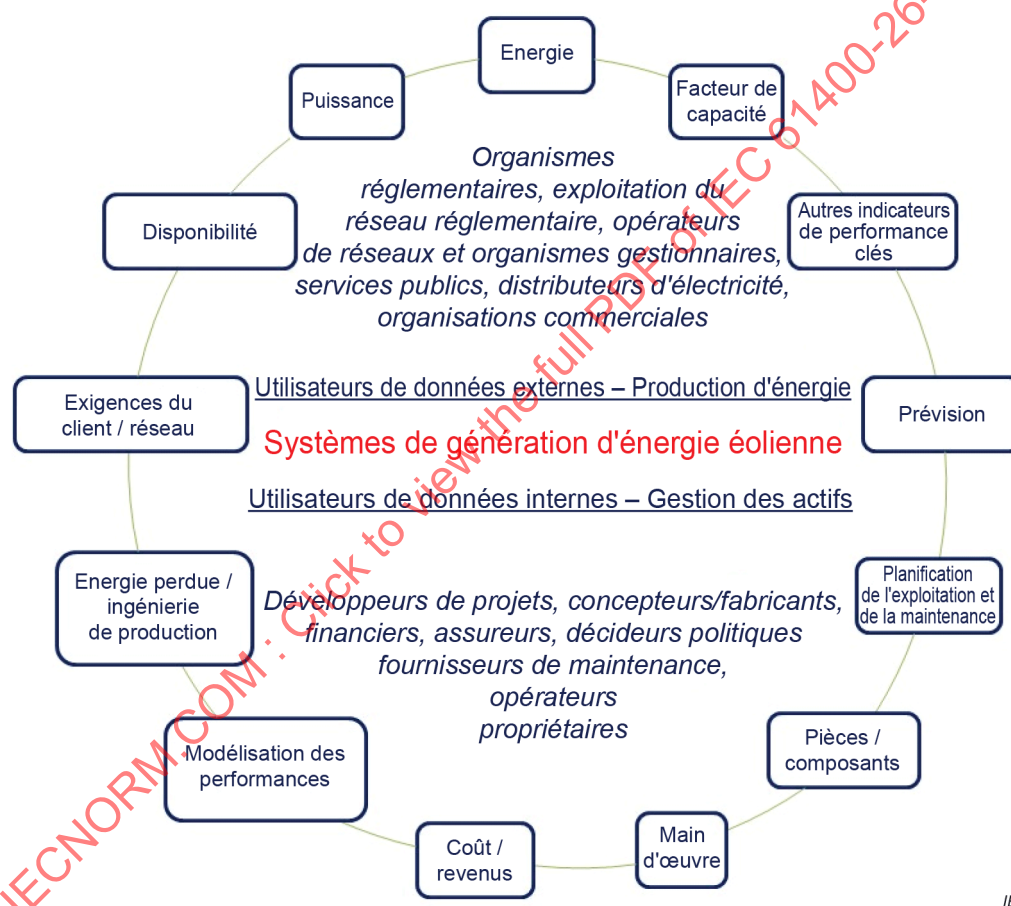


Figure 1 – Acteurs intervenant dans l'échange de données dans le cadre d'un système de génération d'énergie éolienne

L'ensemble du présent document fait référence aux systèmes de génération d'énergie éolienne (WEGS, *Wind Energy Generation System*); toutefois, ce terme peut être utilisé pour désigner un seul aérogénérateur (WTGS, *Wind Turbine Generator System*) ou plusieurs aérogénérateurs combinés à d'autres composants afin de constituer une centrale éolienne (WPS, *Wind Power Station*). La désignation WEGS utilisée tout au long du présent document doit donc être comprise comme l'ensemble des spécifications applicables aux éoliennes individuelles et aux centrales éoliennes.

Le modèle d'informations spécifie la terminologie relative à la déclaration des indicateurs de disponibilité. Les indicateurs de disponibilité incluent la disponibilité temporelle et la disponibilité en production. Un système de génération d'énergie éolienne comprend l'ensemble des équipements jusqu'au point d'interconnexion¹ ou, dans le cas d'un aérogénérateur au sein d'une centrale éolienne, jusqu'au point d'interconnexion défini par l'utilisateur. Les indicateurs de disponibilité reposent sur des fractions de temps et sur la capacité de service fournie ou pouvant être fournie pendant ces fractions, en tenant compte des aspects internes et externes. Les aspects internes incluent les composants du système de génération d'énergie éolienne et leur état. Les aspects externes sont le vent et les autres conditions météorologiques, ainsi que l'état du réseau et des postes.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

¹ Défini dans l'IEC 60050-415:1999, Définition 415-04-01.

SYSTÈMES DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE –

Partie 26-1: Disponibilité des systèmes de génération d'énergie éolienne

1 Domaine d'application

La présente partie de la série IEC 61400 définit un modèle d'informations à partir duquel peuvent être déduits et consignés les indicateurs de disponibilité temporelle et en production des services.

Il s'agit de fournir des mesures normalisées pouvant être utilisées pour créer et organiser des méthodes de calcul et de déclaration de la disponibilité en fonction des besoins de l'utilisateur.

Le présent document fournit des catégories d'informations, qui décrivent clairement la manière dont les données sont utilisées pour caractériser et catégoriser le fonctionnement. Le modèle d'informations spécifie une priorité de catégorie permettant de distinguer les différentes catégories concurrentes possibles. En outre, le modèle définit les critères d'entrée et de sortie permettant d'attribuer des fractions de temps et des valeurs de production à la catégorie d'informations adéquate. Une vue d'ensemble de toutes les catégories d'informations, des critères d'entrée et des critères de sortie est fournie à l'Annexe A (voir Figure A.1).

Le présent document peut être appliqué à un certain nombre d'aérogénérateurs (éolienne individuelle, parc d'éoliennes, centrale éolienne ou ensemble de centrales éoliennes). Une centrale éolienne est généralement composée de l'ensemble des aérogénérateurs, services fonctionnels et éléments d'installation de production d'énergie, considérés par rapport au point de couplage commun (PCC).

Des exemples sont donnés dans les annexes informatives qui donnent les lignes directrices pour le calcul des indicateurs de disponibilité:

- exemples de catégories d'informations facultatives (Annexe B);
- exemples d'application des catégories d'informations pour la détermination de la disponibilité (Annexe C);
- exemples de scénarii d'application (Annexe D);
- exemples de méthodes de détermination de la production potentielle (Annexe E);
- exemples de développement du modèle d'installation de production d'énergie (Annexe F).

Le présent document ne prescrit pas la manière dont les indicateurs de disponibilité doivent être calculés. La présente norme ne spécifie pas la méthode d'acquisition des informations, ni comment estimer les termes de production ou constituer la base des mesures de performance par détermination de la courbe de puissance (ce qui relève de l'IEC 61400-12).

Par nature, la mesure d'une courbe de puissance et le calcul de la production d'énergie potentielle présentent un certain degré d'incertitude. Il convient que les différents acteurs s'accordent sur les paramètres d'incertitude acceptables.

2 Références normatives

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

IEC 60050-415, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 415: Aérogénérateurs*

IEC 61400-1, *Wind energy generation systems – Part 1: Design requirements* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 60050-415 ainsi que les 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 <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

fourniture de service réel

niveau quantifié d'un service fourni par le système de génération d'énergie éolienne, tel que mesuré

Note 1 à l'article: La fourniture de service réel peut uniquement être attribuée à des services mesurables.

3.1.2

installation de production d'énergie

BOP

composants d'infrastructure de la centrale éolienne, à l'exception des aérogénérateurs et de leurs composants et sous-systèmes internes

Note 1 à l'article: L'infrastructure est généralement composée des installations électriques du site, du système de surveillance et de contrôle (souvent appelé système de télésurveillance et d'acquisition des données) et d'ouvrages de génie civil (fondations et routes, par exemple) venant à l'appui de l'exploitation et de la maintenance des aérogénérateurs.

Note 2 à l'article: L'abréviation "BOP" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Balance Of Plant".

3.1.3

fourniture de service potentiel contraint

niveau calculé d'un service qui aurait pu être fourni par le système de génération d'énergie éolienne sur la base de spécifications opérationnelles, telles que des valeurs de consigne externes par exemple, ou de contraintes contractuelles combinées à des critères de conception, spécifications techniques et conditions de site

3.1.4

spécifications de conception

ensemble d'informations précises et explicites relatives aux exigences en matière de conception du produit

Note 1 à l'article: Il fournit des informations précises sur les exigences de conception fonctionnelles et non fonctionnelles, y compris les hypothèses, les contraintes, le rendement, les dimensions, les poids, la fiabilité et les normes. Par exemple, les spécifications et les réflexions en matière de conception données dans la norme IEC 61400-1 définissent le processus de production des spécifications de conception relatives au système de génération d'énergie éolienne.

3.1.5

conditions externes

conditions extérieures ayant une influence sur le fonctionnement du système de génération d'énergie éolienne, telles que (i) les spécifications de fonctionnement, (ii) les conditions d'environnement et (iii) les conditions du réseau

3.1.6 réseau

réseau électrique auquel le système de génération d'énergie éolienne est électriquement relié

Note 1 à l'article: Le système de génération d'énergie éolienne fournit ses services au sein du réseau. L'interface entre le réseau et le système électrique interne du système de génération d'énergie éolienne constitue le point de connexion au réseau électrique, souvent appelé point de couplage commun.

3.1.7 fonction prévue

aptitude d'un appareil, d'une machine ou d'un système à accomplir sa fonction exigée de manière cohérente dans les limites de ses spécifications de conception

3.1.8 service perdu

service non fourni, par exemple production perdue ou énergie perdue

Note 1 à l'article: Voir 4.5.5.

3.1.9 fourniture de service potentiel physique

niveau calculé d'un service pouvant avoir été fourni par le système de génération d'énergie éolienne sur la base de critères de conception, spécifications techniques et conditions de site

Note 1 à l'article: Le service potentiel est le niveau physiquement possible de service.

3.1.10 fourniture de service potentiel

valeur calculée de fourniture de service potentiel physique ou de fourniture de service potentiel contraint, selon le cas

3.1.11 rénovation

intégration d'une nouvelle technologie ou de nouveaux éléments de conception résultant d'une modification technique approuvée apportée à un élément déjà livré

3.1.12 système de télésurveillance et d'acquisition des données SCADA

système utilisant des signaux transitant sur des canaux de communication de manière à assurer le contrôle des équipements, ainsi que la collecte et l'analyse des données en temps réel

Note 1 à l'article: L'abréviation "SCADA" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Supervisory Control And Data Acquisition".

3.1.13 service

prestation assurée par le système de génération d'énergie éolienne

Note 1 à l'article: En règle générale, les services incluent, entre autres, la fourniture de puissance active, la fourniture de puissance réactive et le maintien de la stabilité électrique du réseau. La signalisation aérienne est un autre exemple de service.

3.1.14 conditions de site

conditions ayant une influence sur le service du système de génération d'énergie éolienne (conditions topographiques, climatiques et météorologiques, gestion du secteur, environnement électrique et contraintes contractuelles, par exemple)

3.1.15**opérateur de réseau**

opérateur qui transfère l'électricité produite aux opérateurs de distribution d'électricité locaux ou régionaux par l'intermédiaire du réseau

3.1.16**centrale éolienne****WPS**

station composée d'un ou de plusieurs aérogénérateurs et de l'installation de production d'énergie, qui assure le transfert de l'énergie entre les aérogénérateurs et le réseau

Note 1 à l'article: L'abréviation "WPS" est dérivée du terme anglais développé correspondant "Wind Power Station".

3.1.17**fournisseur de maintenance**

fournisseur qui assure généralement la maintenance du système de génération d'énergie éolienne ou de certains de ses éléments

Note 1 à l'article: La maintenance peut être assurée par plusieurs fournisseurs gérant chacun un domaine d'application spécifique défini.

3.1.18**opérateur**

opérateur généralement chargé de fournir les services du système de génération d'énergie éolienne aux acheteurs

3.2 Termes abrégés

IA (INFORMATION AVAILABLE)	Catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES
IAO (Information Available Operative)	Catégorie d'informations disponibles OPÉRATIONNEL
IAOS (Information Available Operative in Service)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles EN SERVICE
IAOSFP (Information Available Operative In Service with Full Performance)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service avec RENDEMENT TOTAL
IAOSPP (Information Available Operative In Service with Partial Performance)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service avec RENDEMENT PARTIEL
IAOSRS (Information Available Operative In Service with Ready Standby)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service PRÊT EN ATTENTE
IAOOS (Information Available Operative Out of Service)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles HORS SERVICE
IAOOSTS (Information Available Operative Out of Service Technical Standby)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service MISE EN VEILLE TECHNIQUE
IAOOSSEN (Information Available Operative Out of Service Out of Environmental Specification)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES
IAOOSRS (Information Available Operative Out of Service Requested Shutdown)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service ARRÊT DEMANDÉ
IAOOSSEL (Information Available Operative Out of Service Out of Electrical Specification)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES

IANO (Information Available Non Operative)	Catégorie d'informations disponibles NON OPÉRATIONNEL
IANOSM (Information Available Non Operative Scheduled Maintenance)	Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles MAINTENANCE PROGRAMMÉE
IANOPCA (Information Available Non Operative Planned Corrective Action)	Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE
IANOFO (Information Available Non Operative Forced Outage)	Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles INDISPONIBILITÉ FORCÉE
IANOS (Information Available Non Operative Suspended)	Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles INTERRUPTION
IAFM (Information Available Force Majeure)	Catégorie d'informations disponibles FORCE MAJEURE
IAS _P (Information Available – Potential)	Catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES – fourniture de service potentiel
IAS _A (Information Available – Actual)	Catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES – fourniture de service réel
IAOS _P (Information Available Operative – Potential)	Catégorie d'informations disponibles OPÉRATIONNEL – fourniture de service potentiel
IAOS _A (Information Available Operative Category – Actual)	Catégorie d'informations disponibles OPÉRATIONNEL – fourniture de service réel
IAOSS _P (Information Available Operative In Service – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles EN SERVICE – fourniture de service potentiel
IAOSS _A (Information Available Operative In Service – Actual)	Catégorie EN SERVICE des informations disponibles opérationnelles – fourniture de service réel
IAOSFPS _P (Information Available Operative In Service with Full Performance – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service RENDEMENT TOTAL – fourniture de service potentiel
IAOSFPS _A (Information Available Operative In Service with Full Performance – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service RENDEMENT TOTAL – fourniture de service réel
IAOSPPS _P (Information Available Operative In Service with Full Performance – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service RENDEMENT PARTIEL – fourniture de service potentiel
IAOSPPS _A (Information Available Operative In Service with Full Performance – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service RENDEMENT PARTIEL – fourniture de service réel
IAOSPP _{DRS_P} (Information Available Operative In Service with Partial Performance – Derated – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service rendement partiel réduit – fourniture de service potentiel
IAOSPP _{DRS_A} (Information Available Operative In Service with Partial Performance – Derated – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service rendement partiel réduit – fourniture de service réel
IAOSPP _{DGS_P} (Information Available Operative In Service with Partial Performance – Degraded – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service rendement partiel dégradé – fourniture de service potentiel
IAOSPP _{DGS_A} (Information Available Operative In Service with Partial Performance – Degraded – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service rendement partiel dégradé – fourniture de service réel

IAOSRSS _P (Information Available Operative In Service with Ready Standby – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service PRÊT EN ATTENTE – fourniture de service potentiel
IAOSRSS _A (Information Available Operative In Service with Ready Standby – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles en service PRÊT EN ATTENTE – fourniture de service réel
IAOOSS _P (Information Available Operative Out of Service – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles HORS SERVICE – fourniture de service potentiel
IAOOSS _A (Information Available Operative Out of Service – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles HORS SERVICE – fourniture de service réel
IAOOSTSS _P (Information Available Operative Out of Service Technical Standby – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service MISE EN VEILLE TECHNIQUE – fourniture de service potentiel
IAOOSTSS _A (Information Available Operative Out of Service Technical Standby – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service MISE EN VEILLE TECHNIQUE – fourniture de service réel
IAOSENS _P (Information Available Operative Out of Service Out of Environmental Specification – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – fourniture de service potentiel
IAOSENS _A (Information Available Operative Out of Service Out of Environmental Specification – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – fourniture de service réel
IAOSEN _C _P (Information Available Operative Out of Service Out of Environmental Specification – Calm Winds – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service hors des spécifications environnementales vents calmes – fourniture de service potentiel
IAOSEN _C _A (Information Available Operative Out of Service Environmental Specification – Calm Winds – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service hors des spécifications environnementales vents calmes – fourniture de service réel
IAOSEN _O _P (Information Available Operative Out of Service Out of Environmental Specification – Other environmental – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service hors des spécifications environnementales autre condition environnementale – fourniture de service potentiel
IAOSEN _O _A (Information Available Operative Out of Service Environmental Specification – Other environmental – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service hors des spécifications environnementales autre condition environnementale – fourniture de service réel
IAOSELSP (Information Available Operative Out of Service Out of Electrical Specification – Potential)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES – fourniture de service potentiel
IAOSELSP (Information Available Operative Out of Service Out of Electrical Specification – Actual)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES – fourniture de service réel
IAOOSRSS _P (Information Available Operative Out of Service Requested)	Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service ARRÊT

Shutdown – Potential)				DEMANDÉ – fourniture de service potentiel
IAOOSRSS _A (Information Available Operative Out of Service Requested Shutdown – Actual)				Catégorie d'informations disponibles opérationnelles hors service ARRÊT DEMANDÉ – fourniture de service réel
IANOS _P (Information Available Non Operative – Potential)				Catégorie d'informations disponibles NON OPÉRATIONNEL – fourniture de service potentiel
IANOS _A (Information Available Non Operative Category – Actual)				Catégorie d'informations disponibles NON OPÉRATIONNEL – fourniture de service réel
IANOSMS _P (Information Available Non Operative Scheduled Maintenance – Potential)				Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles MAINTENANCE PROGRAMMÉE – fourniture de service potentiel
IANOSMS _A (Information Available Non Operative Scheduled Maintenance – Actual)				Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles MAINTENANCE PROGRAMMÉE – fourniture de service réel
IANOPCAS _P (Information Available Non Operative Planned Corrective Action – Potential)				Catégorie d'informations disponibles opérationnelles ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE – fourniture de service potentiel
IANOPCAS _A (Information Available Non Operative Planned Corrective Action – Actual)				Catégorie d'informations disponibles opérationnelles ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE – fourniture de service réel
IANOPCA _R S _P (Information Available Non Operative Planned Corrective Action – Retrofit – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Action corrective programmée renovation – fourniture de service potentiel
IANOPCA _R S _A (Information Available Non Operative Planned Corrective Action – Retrofit – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Action corrective programmée renovation – fourniture de service réel
IANOPCA _U S _P (Information Available Non Operative Planned Corrective Action – Upgrade – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Action corrective programmée mise à niveau – fourniture de service potentiel
IANOPCA _U S _A (Information Available Non Operative Planned Corrective Action – Upgrade – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Action corrective programmée mise à niveau – fourniture de service réel
IANOPCA _O S _P (Information Available Non Operative Planned Corrective Action – Other corrective action – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Action corrective programmée autre action corrective – fourniture de service potentiel
IANOPCA _O S _A (Information Available Non Operative Planned Corrective Action – Other corrective action – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Action corrective programmée autre action corrective – fourniture de service réel
IANOFOS _P (Information Available Non Operative Forced Outage – Potential)				Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles INDISPONIBILITÉ FORCÉE – fourniture de service potentiel
IANOFOS _A (Information Available Non Operative Forced Outage – Actual)				Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles INDISPONIBILITÉ FORCÉE – fourniture de service réel
IANOFO _R S _P (Information Available Non Operative Forced Outage – Response –				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Indisponibilité

Potential)				forcée réponse – fourniture de service potentiel
IANOFO _R S _A (Information Available Non Operative Forced Outage – Response – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Indisponibilité forcée réponse – fourniture de service réel
IANOFO _D S _P (Information Available Non Operative Forced Outage – Diagnostic – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Indisponibilité forcée diagnostic – fourniture de service potentiel
IANOFO _D S _A (Information Available Non Operative Forced Outage – Diagnostic – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Indisponibilité forcée diagnostic – fourniture de service réel
IANOFO _L S _P (Information Available Non Operative Forced Outage – Logistic – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Indisponibilité forcée logistique – fourniture de service potentiel
IANOFO _L S _A (Information Available Non Operative Forced Outage – Logistic – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Indisponibilité forcée logistique – fourniture de service réel
IANOFO _F S _P (Information Available Non Operative Forced Outage – Failure Repair – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Indisponibilité forcée réparation de défaillance – fourniture de service potentiel
IANOFO _F S _A (Information Available Non Operative Forced Outage – Failure Repair – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Indisponibilité forcée réparation de défaillance – fourniture de service réel
IANOSS _P (Information Available Non Operative Suspended – Potential)				Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles INTERRUPTION – fourniture de service potentiel
IANOSS _A (Information Available Non Operative Suspended – Actual)				Catégorie d'informations disponibles non opérationnelles INTERRUPTION – fourniture de service réel
IANOS _S SP _P (Information Available Non Operative Suspended – Scheduled Maintenance – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Interruption maintenance programmée interrompue – fourniture de service potentiel
IANOS _S SA _A (Information Available Non Operative Suspended – Scheduled Maintenance – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Interruption maintenance programmée interrompue – fourniture de service réel
IANOS _P SP _P (Information Available Non Operative Suspended – Planned Corrective Action – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Interruption action corrective programmée interrompue – fourniture de service potentiel
IANOS _P SA _A (Information Available Non Operative Suspended – Planned Corrective Action – Actual)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Interruption action corrective programmée interrompue – fourniture de service réel
IANOS _F SP _P (Information Available Non Operative Suspended – Forced Outage – Potential)				Catégorie d'informations facultatives disponibles non fonctionnelles Interruption indisponibilité forcée interrompue – fourniture de service potentiel
IANOS _F SA _A (Information Available Non				Catégorie d'informations facultatives

Operative Suspended – Forced Outage – Actual)	disponibles non fonctionnelles Interruption	indisponibilité forcée interrompue –
	fourniture de service réel	
IAFMS _P (Information Available Force Majeure – Potential)	Catégorie d'informations disponibles FORCE MAJEURE –	fourniture de service potentiel
IAFMS _A (Information Available Force Majeure – Actual)	Catégorie d'informations disponibles FORCE MAJEURE –	fourniture de service réel
IU (INFORMATION UNAVAILABLE)	Catégorie	INFORMATIONS INDISPONIBLES

4 Modèle d'informations

4.1 Modèle de base

Le modèle d'informations comporte différentes catégories d'informations organisées en couches. Toute la durée calendaire doit être considérée en répartissant les fractions de temps entre les catégories d'informations de la première couche du modèle. La catégorie d'informations qui caractérise l'état opérationnel doit contenir les fractions de temps qui peuvent être attribuées à cette catégorie. Le passage d'une catégorie à l'autre doit être effectué lorsque l'état opérationnel n'est plus valable pour la catégorie considérée. Une fraction de temps ne peut être attribuée qu'à une seule catégorie. Le modèle d'informations offre une structure hiérarchique composée de quatre niveaux de catégories d'informations définies, qui sont obligatoires et exigées pour la collecte des données. Outre les quatre niveaux obligatoires, une subdivision supplémentaire des catégories d'informations est facultative. Les catégories d'informations inférieures sous-jacentes héritent des attributs des catégories d'informations supérieures (voir Figure 2). Les désignations temporelles doivent être attribuées au niveau obligatoire le plus bas (niveau 4) ou à un niveau facultatif inférieur présentant une granularité supérieure (niveau 5 ou moins). Les niveaux d'informations hiérarchiques supérieurs doivent contenir l'agrégation des catégories d'informations connexes des niveaux inférieurs. Les catégories d'informations individuelles sont décrites en 4.2.

Chaque catégorie d'informations se caractérise par un point d'entrée et un point de sortie. Le point d'entrée décrit les critères qui doivent être réunis afin d'allouer du temps à cette catégorie d'informations spécifique. Le point de sortie décrit les critères qui doivent être réunis afin de mettre fin à l'allocation de temps à la catégorie d'informations spécifique (voir Article 5).

Des priorités sont attribuées aux différentes catégories d'informations. Si les conditions d'entrée sont respectées pour au moins deux catégories d'informations simultanément, le temps ne doit être attribué qu'à la catégorie d'informations dont la priorité est la plus élevée. Les priorités des catégories d'informations sont décrites en 4.3.

4.2 Catégories d'informations

La Figure 2 donne une vue d'ensemble des différentes catégories d'informations. Les abréviations désignant les catégories d'informations sont indiquées en gras entre crochets. Les abréviations sont définies à l'Article 3. Les caractéristiques des catégories d'informations sont décrites en détail à l'Article 5.

Les catégories d'informations facultatives définies au niveau 5 permettent aux utilisateurs de personnaliser les informations de la déclaration afin de satisfaire aux exigences particulières. Lorsqu'il est appliqué, le cinquième niveau facultatif doit être utilisé comme spécifié dans le présent document. D'autres niveaux peuvent être définis et appliqués à l'initiative personnelle de l'utilisateur. Le présent document n'impose aucune limite en ce qui concerne le nombre de catégories d'informations facultatives ou de niveaux ajoutés par l'utilisateur. Des exemples d'utilisation des catégories d'informations facultatives sont présentés à la Figure 2 et décrits à l'Annexe B.

Les catégories d'informations obligatoires définies dans le présent document sont écrites en majuscules; les catégories d'informations facultatives sont écrites en gras.

Catégories d'informations				
Niveau obligatoire 1	Niveau obligatoire 2	Niveau obligatoire 3	Niveau obligatoire 4	Niveau facultatif 5 – description, voir Annexe B
INFORMATIONS DISPONIBLES (5.1) (IA)	OPÉRATIONNEL (5.2) (IAO)	EN SERVICE (5.3) (IAOS)	RENDEMENT TOTAL (5.3.2) (IAOSFP)	
			RENDEMENT PARTIEL (5.3.3) (IAOSPP)	réduit
				dégradé
			PRÊT EN ATTENTE (5.3.4) (IAOSRS)	
		HORS SERVICE (5.4) (IAOOS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (5.4.2) (IAOOSTS)	
			HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (5.4.3) (IAOSEN)	vents calmes
				autre condition environnementale
			DEMANDE DE FERMETURE (IAOOSRS) (5.4.4)	
			HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (5.4.5) (IAOOSSEL)	
		NON OPÉRATIONNEL (5.5) (IANO)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (5.5.2) (IANOSM)	
	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (5.5.3) (IANOPCA)		rénovation	
			mise à niveau	
			autre action corrective	
	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (5.5.4) (IANOFO)		réponse	
			diagnostic	
			logistique	
			réparation de défaillance	
	INTERRUPTION (5.5.5) (IANOS)		maintenance programmée interrompue	
			action corrective programmée interrompue	
			indisponibilité forcée interrompue	
FORCE MAJEURE (5.6) (IAFM)				
INFORMATIONS INDISPONIBLES (5.7) (IU)				

IEC

Figure 2 – Vue d'ensemble des catégories d'informations

4.3 Priorité des catégories d'informations

Le temps associé aux catégories d'informations doit être exclusif et continu. Dans le cas où les conditions d'attribution d'une période à plusieurs catégories d'informations sont réalisées en même temps, les priorités des catégories d'informations déterminent quelle catégorie a la priorité d'attribution de la période considérée. L'attribution des priorités aux catégories d'informations constitue une méthode uniforme et transparente pour la désignation temporelle. La Figure 3 décrit les priorités des catégories d'informations.

L'ordre des priorités est obligatoire pour des raisons de conformité au présent document. Les priorités sont classées d'un à treize, la priorité un (1) étant la plus basse et la priorité treize (13) étant la plus élevée. Des priorités peuvent être établies pour les catégories d'informations facultatives afin de répondre à des besoins particuliers. Dans ce cas, les priorités obligatoires peuvent être étendues avec une priorité pour la catégorie d'informations facultatives.

Catégories d'informations				
Niveau obligatoire 1	Niveau obligatoire 2	Niveau obligatoire 3	Niveau obligatoire 4	Priorité obligatoire
INFORMATIONS DISPONIBLES (IA)	OPÉRATIONNEL (IAO)	EN SERVICE (IAOS)	RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	1
			RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	2
			PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	3
		HORS SERVICE (IAOOS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	4
			HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	5
			ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	6
			HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	7
	NON OPÉRATIONNEL (IANO)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)		8
		ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)		9
		INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)		10
		INTERRUPTION (IANOS)		11
	FORCE MAJEURE (IAFM)			12
INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)			13	

IEC

Figure 3 – Priorité des catégories d'informations

Les catégories facultatives peuvent être conflictuelles, car la catégorie **réduit** et la catégorie **dégradé** peuvent apparaître en même temps. Cette situation est décrite à l'Annexe B informative.

4.4 Services

Les catégories d'informations doivent être appliquées individuellement à l'ensemble des services pertinents, fournis par le système de génération d'énergie éolienne, afin d'obtenir des indicateurs de disponibilité. Les services peuvent inclure, entre autres, la fourniture de puissance active, la fourniture de puissance réactive et le maintien de la stabilité électrique du réseau. Les catégories doivent être attribuées de manière indépendante à chaque service et ne sont pas, dans la plupart des cas, identiques dans la même période.

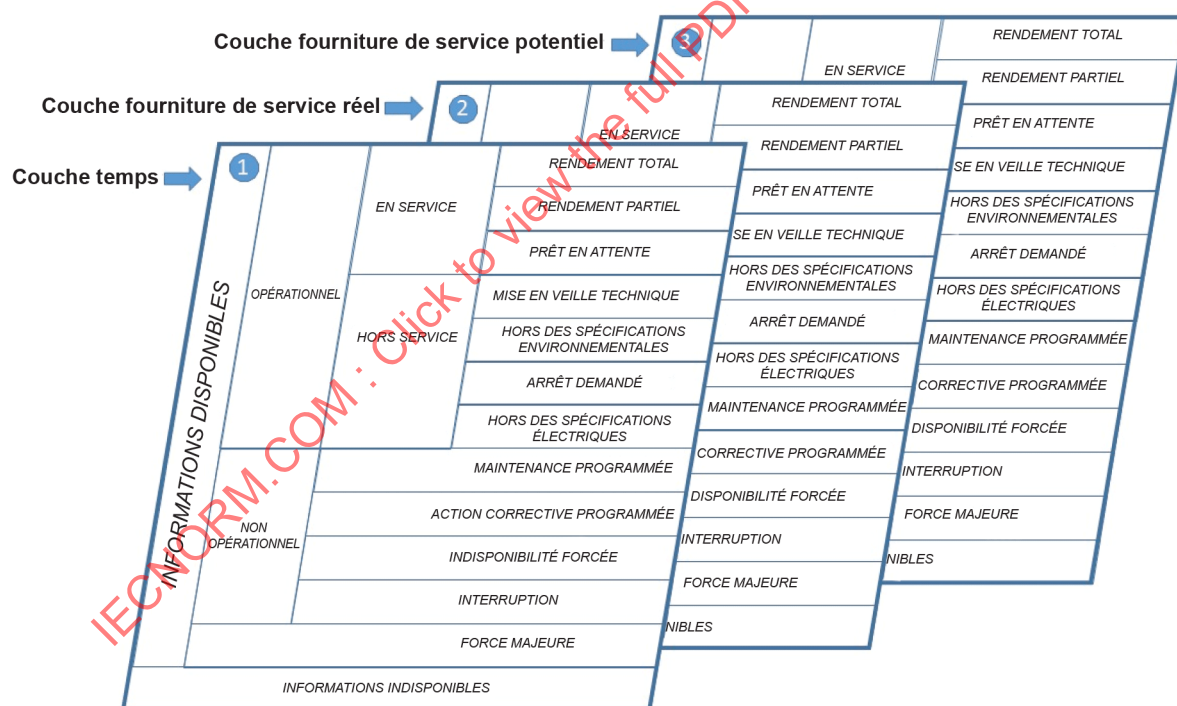
4.5 Couches de fourniture de service

4.5.1 Généralités

Pour garantir la disponibilité en fourniture de service dans le modèle d'informations, trois couches sont définies:

- couche Temps;
- couche Fourniture de service réel;
- couche Fourniture de service potentiel.

Ces trois couches sont spécifiées pour les niveaux obligatoires 1 à 4. La Figure 4 représente le modèle d'informations complet à trois couches et constitue la base pour la détermination du service perdu (de l'énergie, en règle générale) dans le paragraphe suivant.



IEC

Figure 4 – Modèle d'informations à trois couches

4.5.2 Couche Temps

La couche Temps est identique au modèle de base décrit en 4.1, 4.2 et 4.3.

4.5.3 Couche Fourniture de service réel

Dans la couche 2, une valeur est consignée pour le service réel plutôt que le temps. La valeur consignée correspond au service réel fourni au cours de la même période que celle de la catégorie correspondante dans la couche 1.

4.5.4 Couche Fourniture de service potentiel

La couche 3 contient des informations relatives au nombre potentiel de fournitures de service au cours des mêmes périodes que dans celles de la catégorie correspondante dans les couches 1 et 2.

Les méthodes de détermination du service potentiel sont décrites à l'Annexe E. Toutefois, la méthode qui établit le service potentiel ne relève pas du domaine d'application du présent document. Les données qui composent cette couche doivent représenter la fourniture de service qui pourrait avoir eu lieu si le système de génération d'énergie éolienne avait fonctionné en RENDEMENT TOTAL en tenant compte des conditions externes.

La fourniture de service potentiel doit correspondre soit à la fourniture de service potentiel physique, soit à la fourniture de service potentiel contraint, selon le paramètre pertinent pour le service. En règle générale, pour la production active, il peut être approprié de choisir la production potentielle physique et, pour la production réactive, la production potentielle contrainte. Pour les méthodes de détermination de la production potentielle, se référer à l'Annexe E.

4.5.5 Service perdu

Si des valeurs de fourniture de service réel et de fourniture de service potentiel sont déterminées, les valeurs de service perdu doivent être déduites comme suit (voir Figure 5).

- Aucun service perdu ne doit être associé à la catégorie d'informations respective lorsque le service fonctionne en RENDEMENT TOTAL.
- Le service perdu doit être déterminé par la différence entre la valeur de service potentiel et la valeur de service réel pendant la durée de fonctionnement du service en RENDEMENT PARTIEL.
- Le service perdu doit être égal au service potentiel au moment où le service est dans la catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES et pas dans la catégorie EN SERVICE (voir note de bas de figure de la Figure 5).

Il est admis que lorsque le service réel fonctionne en RENDEMENT TOTAL, il peut ne pas être égal à l'ensemble du service potentiel en raison de différents facteurs qui peuvent avoir une influence sur le rendement du système de génération d'énergie éolienne (encrassement ou désalignement des pales, par exemple) ou sur le calcul du service potentiel. La caractérisation des services du système de génération d'énergie éolienne ne relève pas du domaine d'application du présent document. Des exemples de rendement d'éolienne dans la catégorie d'informations RENDEMENT TOTAL sont donnés à l'Annexe D.

Il n'est pas possible ni pertinent de mesurer le niveau ou le degré de certains services, en particulier lorsque les services sont de nature binaire. Seuls les indicateurs temporels sont applicables à ces services. Les signaux lumineux aériens en sont un exemple, lesquels peuvent être "en service" ou "hors service", mais auxquels n'est associé aucun service réel ou un service potentiel.

4.6 Modélisation de plusieurs services

Le modèle d'informations prend en charge le suivi de plusieurs services. Pour ce faire, le modèle d'informations à trois couches est appliqué à chacun des services. La Figure 6 donne un exemple comportant quatre services.

Catégories d'informations – Couche 1				Couche 2	Couche 3	Couche 2 dérivée de la Couche 3	
Niveau obligatoire 1	Niveau obligatoire 2	Niveau obligatoire 3	Niveau obligatoire 4	Fourniture de service réel	Fourniture de service potentiel	Service perdu	
INFORMATIONS DISPONIBLES (IA)	OPÉRATIONNEL (IAO)	EN SERVICE (IAOS)	RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	IAOSFPS _A	IAOSFPS _P	0	
			RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	IAOSPPS _A	IAOSPPS _P	IAOSPPS _P – IAOSPPS _A	
			PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	IAOSRSS _A	IAOSRSS _P	IAOSRSS _P – IAOSRSS _A	
		HORS SERVICE (IAOOS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	0	IAOOSTSS _P	IAOOSTSS _P	
			HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	0	IAOOSSENS _P	IAOOSSENS _P	
			ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	0	IAOOSRSS _P	IAOOSRSS _P	
			HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	0	IAOOSSELS _P	IAOOSSELS _P	
		NON OPÉRATIONNEL (IANO)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)		0	IANOSMS _P	IANOSMS _P
			ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)		0	IANOPCAS _P	IANOPCAS _P
	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)		0	IANOFOS _P	IANOFOS _P		
	INTERRUPTION (IANOS)		0	IANOSS _P	IANOSS _P		
	FORCE MAJEURE (IAFM)			0	IAFMS _P	IAFMS _P	
	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)				*	*	*

* Dans la catégorie INFORMATIONS NON DISPONIBLES, il manque des données ou les données ne peuvent pas être quantifiées; aucune valeur ne peut être déterminée.

IEC

Figure 5 – Catégories d'informations, définitions pour la couche 2 et la couche 3, catégories obligatoires

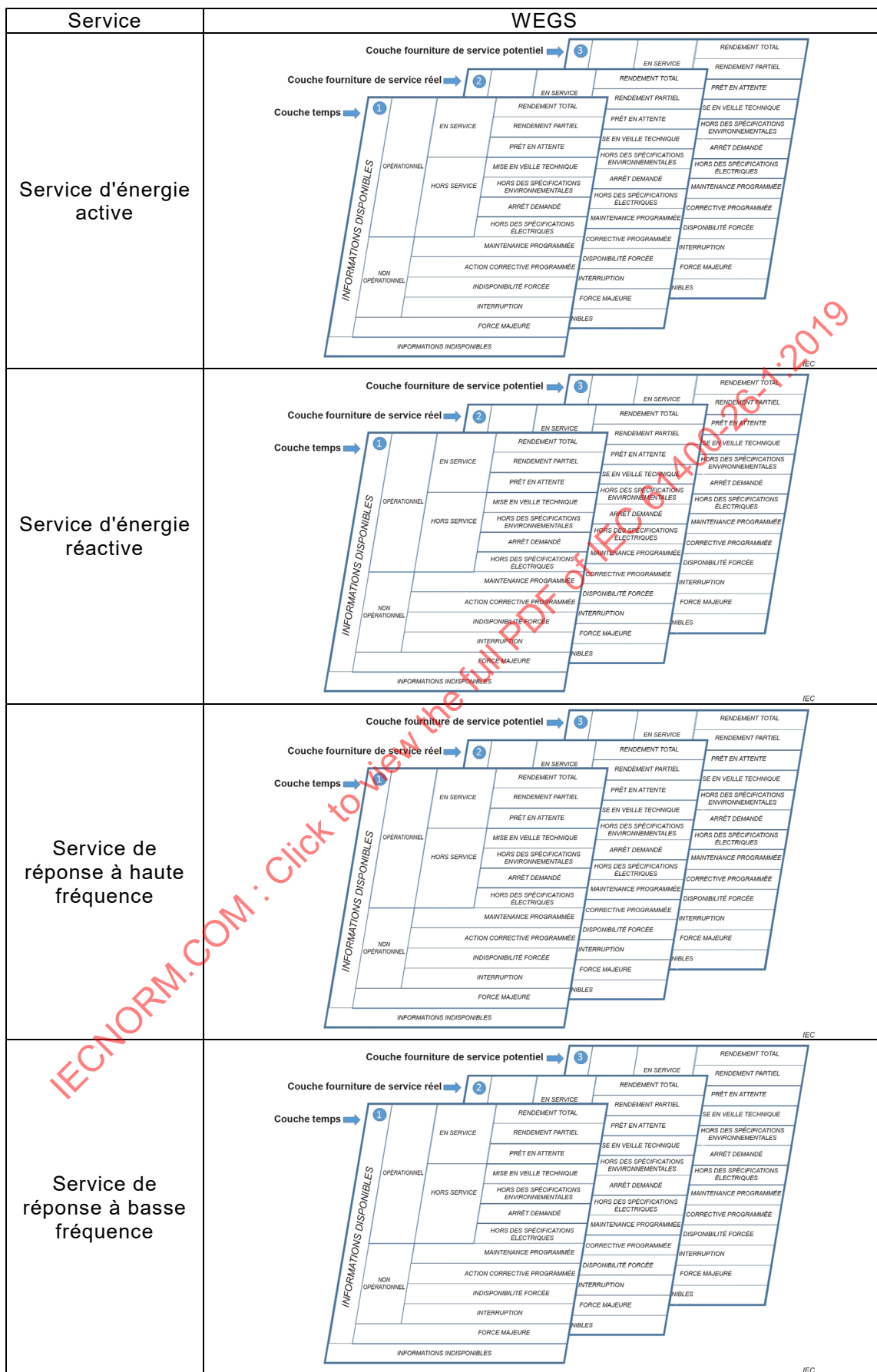


Figure 6 – Exemples de modèles d'informations représentant le service d'énergie active, le service d'énergie réactive et les services de réponse à basse et haute fréquences

4.7 Détermination des catégories d'informations pour la centrale éolienne

La détermination de la catégorie d'informations pertinente au niveau WPS ne consiste pas simplement à déterminer la valeur minimale, la valeur maximale, la somme ou la moyenne des éléments qui composent la centrale éolienne. Pour déterminer la catégorie d'informations pertinente, il faut évaluer la conformité aux critères d'entrée et de sortie définis à l'Article 5. Les méthodes de détermination des catégories d'informations sont décrites à l'Annexe C.

Les principes et hypothèses de base suivants s'appliquent au modèle d'informations WPS:

- les catégories obligatoires sont identiques dans le modèle WTGS et dans le modèle WPS;
- les catégories facultatives ne sont pas nécessairement identiques dans le modèle WTGS et dans le modèle WPS;
- les valeurs de fourniture de service réelle WPS sont mesurées au fur et à mesure de leur apparition au niveau du point de couplage commun.

Lors de l'évaluation de la priorité, il ne faut pas confondre les priorités des aérogénérateurs individuels avec celle de la centrale éolienne. Par exemple, un aérogénérateur peut être dans la catégorie d'informations INDISPONIBILITÉ FORCÉE et la centrale éolienne peut se trouver en même temps dans la catégorie RENDEMENT PARTIEL. La spécification permet à l'utilisateur de hiérarchiser, avec prudence, les données en fonction d'autres vues du modèle (la centrale éolienne ou l'aérogénérateur). Lorsque la vue du modèle est appliquée avec cohérence, l'expression de la disponibilité ne présente aucune incohérence.

4.8 Application du modèle d'informations aux composants du WEGS

Un modèle d'informations correspondant à un niveau de composant et une installation de production d'énergie peuvent également être définis en s'appuyant sur les principes du modèle de WEGS. Un exemple d'application des principes pour une installation de production d'énergie est décrit et représenté à l'Annexe F. Le modèle décrit à l'Annexe F est facultatif.

5 Catégories d'informations

5.1 INFORMATIONS DISPONIBLES

Définition – La catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES s'applique à l'ensemble des périodes au cours desquelles des informations opérationnelles et des informations relatives aux conditions externes sont extraites, consignées et stockées manuellement ou automatiquement, à un point tel que les caractéristiques des catégories d'informations peuvent être distinguées. INFORMATIONS DISPONIBLES est la catégorie de niveau supérieur pour l'ensemble des sous-catégories d'informations obligatoires (voir niveau 1 de la Figure 2). La qualification pour la catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES exige des informations suffisantes pour établir que les critères de l'une des catégories de niveau 4 obligatoires avec les niveaux de priorité 1 à 12 sont réunis.

Il est admis que, dans certaines circonstances, les informations puissent ne pas être disponibles ou n'être disponibles que partiellement. En cas d'informations insuffisantes, la catégorie INFORMATIONS INDISPONIBLES est susceptible de s'appliquer (voir 5.7).

Les informations permettant de déterminer la catégorie d'informations obligatoires peuvent provenir de plusieurs sources. Ces sources peuvent être

- les données de régulateur provenant d'aérogénérateurs individuels;
- le système SCADA;
- le fonctionnement de l'installation de production d'énergie;
- les informations de mesure;
- des saisies manuelles.

Par exemple, la catégorie d'informations peut être déterminée comme étant **INFORMATIONS DISPONIBLES** si la transmission de données provenant de chaque aérogénérateur d'une centrale éolienne est interrompue, si les données provenant d'un système de mesure donnent toujours des informations adéquates permettant de déterminer la catégorie de la centrale éolienne.

Point d'entrée – Les données d'état de fonctionnement sont disponibles dans la mesure où une catégorie au niveau 4 peut être déterminée, consignée et stockée.

Point de sortie – La catégorie de niveau 4 ne peut pas être déterminée, consignée ou stockée.

5.2 OPÉRATIONNEL

Définition – Le système de génération d'énergie éolienne se trouve dans la catégorie **OPÉRATIONNEL** lorsqu'il est capable d'exécuter les fonctions prévues, qu'il soit réellement actif et quel que soit le niveau de capacité pouvant être assuré.

La catégorie **OPÉRATIONNEL** est une catégorie sous-jacente de la catégorie **INFORMATIONS DISPONIBLES** et comporte deux catégories d'informations sous-jacentes, comme indiqué ci-dessous et décrit à la Figure 2:

- **EN SERVICE** – voir 5.3;
- **HORS SERVICE** – voir 5.4.

La catégorie **OPÉRATIONNEL** est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne est capable d'exécuter les fonctions prévues, qu'il soit réellement actif et quel que soit le niveau de capacité pouvant être assuré.

Point de sortie – Le système de génération d'énergie éolienne n'est pas capable de maintenir les fonctions prévues.

5.3 EN SERVICE

5.3.1 Généralités

Définition – Le système de génération d'énergie éolienne exécute le service.

La catégorie **EN SERVICE** est une catégorie sous-jacente de la catégorie **OPÉRATIONNEL** et comporte trois catégories d'informations obligatoires sous-jacentes, comme indiqué ci-dessous et décrit à la Figure 2:

- **RENDEMENT TOTAL** – voir 5.3.2;
- **RENDEMENT PARTIEL** – voir 5.3.3;
- **PRÊT EN ATTENTE** – voir 5.3.4.

La catégorie d'informations **EN SERVICE** est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne commence à exécuter les fonctions prévues.

Point de sortie – Le système de génération d'énergie éolienne cesse d'exécuter les fonctions prévues.

5.3.2 RENDEMENT TOTAL

Définition – Le système de génération d'énergie éolienne est opérationnel et fonctionne conformément aux spécifications de conception sans restriction ni limitation techniques, hormis celles spécifiées dans les spécifications de conception.

Aucun service perdu ne doit être associé à la catégorie d'informations respective lorsque le système de génération d'énergie éolienne fonctionne en RENDEMENT TOTAL.

La catégorie RENDEMENT TOTAL est caractérisée, entre autres, par les exemples suivants:

- tous les aérogénérateurs fonctionnent conformément aux spécifications de conception;
- tous les aérogénérateurs délivrent la puissance active conformément aux courbes de puissance nominale;
- tous les équipements de l'installation de production d'énergie exécutent leur fonction prévue à la capacité assignée;
- tous les aérogénérateurs délivrent l'énergie inertielle maximale du rotor pour la compensation à basse fréquence.

La catégorie RENDEMENT TOTAL est une catégorie sous-jacente de la catégorie EN SERVICE et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie RENDEMENT TOTAL est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne exécute la fonction prévue à la pleine capacité aux conditions données.

Point de sortie – Le système de génération d'énergie éolienne n'exécute pas la fonction prévue à la pleine capacité aux conditions données.

5.3.3 RENDEMENT PARTIEL

Définition – Le système de génération d'énergie éolienne fonctionne avec des performances réduites en raison des conditions internes ou externes.

La catégorie RENDEMENT PARTIEL peut inclure, entre autres, les exemples suivants:

- dans le cas d'une centrale éolienne, une panne technique ou des événements liés à la sécurité provoquant la mise à l'arrêt des aérogénérateurs;
- capacité insuffisante des composants de l'installation de production d'énergie;
- gestion du réseau (réduction partielle);
- capacité de charge réduite (aérogénérateurs individuels);
- considérations d'ordre financier;
- gestion des actifs;
- aérogénérateurs contraints, mais toujours en fonctionnement dans les limites des spécifications de conception.

La catégorie RENDEMENT PARTIEL est une catégorie sous-jacente de la catégorie EN SERVICE et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie RENDEMENT PARTIEL est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne n'exécute pas la fonction prévue à la pleine capacité spécifiée.

Point de sortie – Les conditions de passage à la catégorie RENDEMENT PARTIEL n'existent plus.

5.3.4 PRÊT EN ATTENTE

Définition – Le système de génération d'énergie éolienne se trouve dans la catégorie PRÊT EN ATTENTE lorsqu'il est prêt à répondre à un événement prédéfini. La catégorie PRÊT EN ATTENTE n'est pas applicable pour le service d'énergie active.

La catégorie PRÊT EN ATTENTE peut inclure, entre autres, les exemples suivants:

- un service de compensation à basse fréquence est activé et en attente d'une chute de fréquence;
- le service de signalisation lumineuse aérienne est en attente d'une indication d'aéronefs à l'approche;
- un radar de détection des migrations d'oiseaux est en attente de lecture;
- le système de compensation VAr comporte des éléments déconnectés, mais est prêt à fonctionner.

La catégorie PRÊT EN ATTENTE est une catégorie sous-jacente de la catégorie EN SERVICE et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie PRÊT EN ATTENTE est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne est prêt et peut répondre à un événement prédéfini.

Point de sortie – Le système de génération d'énergie éolienne n'est plus capable de répondre à un événement prédéfini ou est en train de répondre.

5.4 HORS SERVICE

5.4.1 Généralités

Définition – Le système entre dans la catégorie HORS SERVICE lorsque le système de génération d'énergie éolienne est OPÉRATIONNEL, mais pas EN SERVICE.

La catégorie HORS SERVICE est une catégorie sous-jacente de la catégorie OPÉRATIONNEL et comporte quatre catégories d'informations obligatoires sous-jacentes prédéfinies, comme indiqué ci-dessous et décrit à la Figure 2:

- MISE EN VEILLE TECHNIQUE – voir 5.4.2;
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – voir 5.4.3;
- ARRÊT DEMANDÉ – voir 5.4.4;
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES – voir 5.4.5.

La catégorie HORS SERVICE est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne est HORS SERVICE en raison de l'une des conditions restrictives décrites dans les catégories d'informations sous-jacentes.

Point de sortie – Toutes les conditions restrictives de l'ensemble des catégories sous-jacentes ont été résolues.

5.4.2 MISE EN VEILLE TECHNIQUE

Définition – La catégorie MISE EN VEILLE TECHNIQUE est définie comme les périodes au cours desquelles le système de génération d'énergie éolienne ne fonctionne pas temporairement en raison de l'exécution de tâches autonomes exigées pour le maintien des fonctions prévues.

La catégorie MISE EN VEILLE TECHNIQUE est caractérisée, entre autres, par les exemples suivants:

- essai automatique de composant et du système;
- service de transfert des composants, lignes ou interconnexions;
- chauffage, séchage ou refroidissement après une période "hors des spécifications environnementales";
- vérification de la reprise après dégivrage après une période "hors des spécifications environnementales" en raison de l'accumulation de glace.

La catégorie MISE EN VEILLE TECHNIQUE est une catégorie sous-jacente de la catégorie HORS SERVICE et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie MISE EN VEILLE TECHNIQUE est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne détermine ou reçoit des informations indiquant que des tâches de mise en veille technique doivent être exécutées.

Point de sortie – La condition de passage à la catégorie MISE EN VEILLE TECHNIQUE n'existe plus.

5.4.3 HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES

Définition – La catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES est active lorsque le système de génération d'énergie éolienne est opérationnel, mais ne fonctionne pas du fait que les conditions environnementales dépassent les spécifications de conception.

La catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES peut inclure, entre autres, les exemples suivants:

- température ambiante au-dessus ou au-dessous des spécifications;
- vitesse du vent inférieure à la vitesse de démarrage spécifiée ou supérieure à la vitesse de coupure spécifiée;
- accumulation de glace.

La catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES est une catégorie sous-jacente de la catégorie HORS SERVICE et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES est obligatoire.

Point d'entrée – Une ou plusieurs conditions environnementales ne respectent pas les spécifications de conception, interdisant le système de génération d'énergie éolienne de fonctionner.

Point de sortie – Toutes les conditions environnementales naturelles varient favorablement par rapport aux spécifications de conception.

5.4.4 ARRÊT DEMANDÉ

Définition – La catégorie ARRÊT DEMANDÉ est active lorsque le système de génération d'énergie éolienne est opérationnel, mais ne fonctionne pas du fait qu'il a été arrêté dans le cadre d'une demande.

ARRÊT DEMANDÉ peut inclure, entre autres, les exemples suivants de demandes internes et externes:

- événements relatifs à la sécurité;
- événements liés à une brèche de sécurité;
- gestion du réseau (réduction totale);
- inspections;
- formation;
- visites, démonstrations;
- nuisance – sonore.

La catégorie ARRÊT DEMANDÉ est une catégorie sous-jacente de la catégorie HORS SERVICE et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie ARRÊT DEMANDÉ est obligatoire.

Point d'entrée – Une demande ordonne au système de génération d'énergie éolienne de s'arrêter.

Point de sortie – Toutes les demandes actives d'arrêt ont été résolues.

5.4.5 HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES

Définition – La catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES est active lorsque le système de génération d'énergie éolienne est opérationnel, mais ne fonctionne pas du fait que les paramètres électriques du système de génération d'énergie éolienne ne respectent pas les spécifications de conception. Cela peut être provoqué par les paramètres du réseau qui dépassent les spécifications opérationnelles.

La catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES peut inclure, entre autres, les exemples suivants:

- surtension;
- basse fréquence;
- déséquilibre de phase;
- chute de tension.

La catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES est une catégorie sous-jacente de la catégorie HORS SERVICE et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES est obligatoire.

Point d'entrée – Un ou plusieurs paramètres électriques du système de génération d'énergie éolienne ne respectent pas les spécifications de conception et/ou opérationnelles, interdisant le système de génération d'énergie éolienne de fonctionner.

Point de sortie – Tous les paramètres électriques du système de génération d'énergie éolienne varient favorablement par rapport aux spécifications opérationnelles et/ou de conception.

5.5 NON OPÉRATIONNEL

5.5.1 Généralités

Définition – La catégorie NON OPÉRATIONNEL s'applique à l'ensemble des situations où le système de génération d'énergie éolienne n'est pas capable d'exécuter la fonction prévue.

La catégorie NON OPÉRATIONNEL est une catégorie sous-jacente de la catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES et comporte quatre catégories d'informations obligatoires sous-jacentes, comme indiqué ci-dessous et décrit à la Figure 2:

- MAINTENANCE PROGRAMMÉE – voir 5.5.2;
- ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE – voir 5.5.3;
- INDISPONIBILITÉ FORCÉE – voir 5.5.4;
- INTERRUPTION – voir 5.5.5.

La catégorie NON OPÉRATIONNEL est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne ne fonctionne pas ou s'arrête de fonctionner en raison de l'une des conditions restrictives décrites dans les catégories d'informations sous-jacentes.

Point de sortie – Toutes les conditions restrictives de l'ensemble des catégories sous-jacentes ont été résolues.

5.5.2 MAINTENANCE PROGRAMMÉE

Définition – Le système entre dans la catégorie MAINTENANCE PROGRAMMÉE lors de la maintenance programmée des éléments du système de génération d'énergie éolienne empêchant le système de génération d'énergie éolienne d'exécuter les fonctions prévues.

La catégorie MAINTENANCE PROGRAMMÉE est une catégorie sous-jacente de la catégorie NON OPÉRATIONNEL et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie MAINTENANCE PROGRAMMÉE est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne est arrêté ou son fonctionnement est interdit afin de procéder à une maintenance programmée.

Point de sortie – Le système de génération d'énergie éolienne quitte cette catégorie par une intervention manuelle confirmant que la maintenance programmée a été interrompue ou est terminée.

5.5.3 ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE

Définition – La catégorie ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE apparaît lors de la réalisation d'actions exigées dans le but de maintenir, rétablir ou améliorer les fonctions prévues du système de génération d'énergie éolienne, lorsque ces actions ne font pas partie d'une procédure de maintenance programmée normale. Pour la centrale éolienne, la catégorie ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE est active lorsque le travail se déroule sur l'ensemble des aérogénérateurs en même temps ou sur des éléments de la centrale éolienne (installation de production d'énergie, par exemple), empêchant l'ensemble de la centrale éolienne d'exécuter les fonctions prévues.

La catégorie ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE peut inclure des rénovations et des mises à niveau, voire des actions correctives exigées qui ont été identifiées lors de la maintenance conditionnelle, des examens, des études, etc. Elle a pour objet d'envisager d'éventuelles actions correctives si le besoin est identifié avant une défaillance réelle et suffisamment tôt afin d'être programmées et exécutées avant d'occasionner une éventuelle indisponibilité forcée.

La catégorie ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE est une catégorie sous-jacente de la catégorie NON OPÉRATIONNEL et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente prédéfinie, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE est obligatoire.

Point d'entrée – La fonction du système de génération d'énergie éolienne est arrêtée ou son fonctionnement est interdit afin de procéder à une action corrective programmée.

Point de sortie – Le système de génération d'énergie éolienne quitte cette catégorie par une intervention manuelle confirmant que les actions correctives programmées ont été interrompues ou sont terminées.

5.5.4 INDISPONIBILITÉ FORCÉE

Définition – Le système entre dans la catégorie INDISPONIBILITÉ FORCÉE lorsque le système de génération d'énergie éolienne a été désactivé par un dommage, une panne, une défaillance ou une alarme. Cela peut être détecté manuellement ou automatiquement. Pour une centrale éolienne, la catégorie INDISPONIBILITÉ FORCÉE est active lorsque de tels événements se déroulent simultanément sur l'ensemble des aérogénérateurs ou sur des éléments de la centrale éolienne (installation de production d'énergie, par exemple), empêchant l'ensemble de la centrale éolienne d'exécuter le service.

La catégorie INDISPONIBILITÉ FORCÉE est une catégorie sous-jacente de la catégorie NON OPÉRATIONNEL et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie INDISPONIBILITÉ FORCÉE est obligatoire.

Point d'entrée – Le système de génération d'énergie éolienne est désactivé en raison de dommages, de pannes, de défaillances ou d'une alarme.

Point de sortie – Le système de génération d'énergie éolienne quitte cette catégorie lorsque les causes de l'indisponibilité ont été résolues.

5.5.5 INTERRUPTION

Définition – La catégorie INTERRUPTION s'applique à l'ensemble des situations, où les activités des catégories MAINTENANCE PROGRAMMÉE, ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE et INDISPONIBILITÉ FORCÉE doivent être interrompues ou ne peuvent pas être exécutées du fait de conditions qui compromettent la sécurité des personnes ou l'intégrité du matériel.

La catégorie INTERRUPTION inclut entre autres:

- les limitations d'accès en raison, par exemple, de grosses vagues, de glace, de neige, de tempête;
- les conditions météorologiques extrêmes comme la foudre, les tornades, la grêle;
- l'atténuation des risques (feu de broussailles, par exemple);
- l'interruption du travail compte tenu des exigences en matière de sécurité et du personnel et d'habilitations;
- les conditions de travail sur le site ne sont pas réunies.

La catégorie INTERRUPTION est une catégorie sous-jacente de la catégorie NON OPÉRATIONNEL et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie INTERRUPTION est obligatoire.

Point d'entrée – Le système entre dans cette catégorie par une intervention manuelle lorsqu'une activité est interrompue selon des conditions prédéfinies.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie par une intervention manuelle lorsque les conditions à l'origine de l'interruption du travail ont été résolues.

5.6 FORCE MAJEURE

Définition – La catégorie FORCE MAJEURE s'applique à l'ensemble des situations où un événement ou une circonstance extraordinaire indépendant(e) de la volonté des parties impliquées, empêche ces dernières de satisfaire à leurs obligations.

La catégorie FORCE MAJEURE est une clause commune prévue dans les contrats, qui libère les parties concernées de leurs responsabilités ou obligations en cas d'événement ou de circonstance extraordinaire indépendants de leur volonté.

La catégorie FORCE MAJEURE n'entend pas constituer un prétexte à la négligence ou à d'autres agissements répréhensibles d'une partie, un défaut d'exécution relevant par exemple de conséquences habituelles et naturelles de forces extérieures ou lorsque les circonstances sont expressément envisagées.

La catégorie d'informations FORCE MAJEURE est une catégorie sous-jacente de la catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES de niveau 2 et ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie FORCE MAJEURE est obligatoire.

Point d'entrée – Le système entre dans cette catégorie par une intervention manuelle lorsqu'une situation de force majeure est détectée selon les dispositions contractuelles.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie par une intervention manuelle lorsqu'une situation de force majeure a été résolue selon les dispositions contractuelles.

5.7 INFORMATIONS INDISPONIBLES

Définition – La catégorie INFORMATIONS INDISPONIBLES s'applique à l'ensemble des périodes au cours desquelles la catégorie INFORMATIONS DISPONIBLES n'est pas applicable.

La catégorie INFORMATIONS INDISPONIBLES est de niveau 1 et, en tant que telle, ne comporte aucune catégorie d'informations sus-jacente. Cette catégorie d'informations existe dans l'ensemble des niveaux obligatoires 1 à 4. Elle ne comporte aucune catégorie d'informations obligatoires sous-jacente, comme décrit à la Figure 2.

La catégorie INFORMATIONS INDISPONIBLES est obligatoire.

Point d'entrée – La catégorie de niveau 4 ne peut pas être déterminée, consignée ou stockée.

Point de sortie – Les données d'état de fonctionnement sont disponibles dans la mesure où une catégorie au niveau 4 peut être déterminée, consignée et stockée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

Annexe A (informative)

Vue d'ensemble des conditions d'entrée et de sortie pour un système de génération d'énergie éolienne

Catégories d'informations													
INFORMATIONS DISPONIBLES												INFOS INDISP.	
OPÉRATIONNEL							NON OPÉRATIONNEL				FORCE MAJEURE		
EN SERVICE			HORS SERVICE				MAINTENANCE PROGRAMMÉE	ACTIONS CORRECTIVES PROGRAMMÉES	INDISP. FORCÉE	INTERRUPTION			
RENDEMENT TOTAL	RENDEMENT PARTIEL	PRÊT EN ATTENTE	MISE EN VEILLE TECH.	HORS DES SPEC. ENV.	ARRÊT DEMANDÉ	HORS DES SPEC. ÉLECT.							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Conditions d'entrée													
Les données d'état de fonctionnement sont disponibles dans la mesure où une catégorie d'informations au niveau 4 peut être déterminée, consignée et stockée												Niveau 1	
Le système de génération d'énergie éolienne est capable d'exécuter les fonctions prévues, qu'il soit réellement actif et quel que soit le niveau de capacité pouvant être assuré							Le système de génération d'énergie éolienne ne fonctionne pas ou s'arrête de fonctionner en raison de l'une des conditions restrictives décrites dans les catégories d'informations sous-jacentes				Une catégorie d'informations du système de génération d'énergie éolienne au niveau 2, 3 ou 4 ne peut pas être déterminée, consignée et stockée		
Le système de génération d'énergie éolienne exécute les fonctions prévues			Le système de génération d'énergie n'exécute pas les fonctions prévues en raison de l'une des circonstances décrites dans les catégories d'informations sous-jacentes				Le système de génération d'énergie éolienne est arrêté ou son fonctionnement est interdit afin de procéder à une maintenance programmée	Le système de génération d'énergie éolienne est arrêté ou son fonctionnement est interdit afin de procéder à une action corrective programmée	Le système de génération d'énergie éolienne est désactivé en raison de dommages, de pannes, de défaillances ou d'une alarme	Le système de génération d'énergie éolienne est arrêté ou son fonctionnement est interdit par une intervention manuelle lorsqu'une situation de force majeure est détectée selon les dispositions contractuelles			
Le système de génération d'énergie éolienne exécute le service à la pleine capacité aux conditions données	Le système de génération d'énergie éolienne exécute le service, mais pas à la pleine capacité	Le système de génération d'énergie est prêt et peut activer le service	Le système de génération d'énergie éolienne détermine ou reçoit des informations indiquant que des tâches de mise en veille technique doivent être exécutées	Une ou plusieurs conditions environnementales varient et ne respectent plus les spécifications de conception du système de génération d'énergie éolienne	Le système de génération d'énergie éolienne est arrêté par une demande externe	Un ou plusieurs paramètres électriques du système de génération d'énergie éolienne varient et ne respectent plus les spécifications de conception du système de génération d'énergie éolienne							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Conditions de sortie													
Une catégorie d'informations du système de génération d'énergie éolienne au niveau 2, 3 ou 4 ne peut pas être déterminée, consignée et stockée												Niveau 1	
Le système de génération d'énergie éolienne n'est pas capable d'exécuter les fonctions prévues							Toutes les conditions restrictives de l'ensemble des catégories sous-jacentes ont été résolues				Les données d'état de fonctionnement sont disponibles dans la mesure où une catégorie d'informations au niveau 4 peut être déterminée, consignée et stockée		
Le système de génération d'énergie éolienne cesse d'exécuter le service			Toutes les conditions restrictives de l'ensemble des catégories sous-jacentes ont été résolues				Le système de génération d'énergie éolienne quitte cette catégorie par une intervention manuelle confirmant que la maintenance programmée a été interrompue ou est terminée	Le système de génération d'énergie éolienne quitte cette catégorie par une intervention manuelle lorsque la cause de l'indisponibilité a été résolue	Le système de génération d'énergie éolienne quitte cette catégorie par une intervention manuelle lorsqu'une situation de force majeure n'est plus présente				
Le système de génération d'énergie éolienne n'exécute pas le service à la pleine capacité aux conditions données	Les conditions d'exécution du service à la capacité réduite ont été résolues	Le système de génération d'énergie éolienne n'est pas à l'état "prêt", ne peut pas activer le service ou a activé le service	Le système de génération d'énergie éolienne n'est plus en attente ou effectue des tâches de mise en veille technique	Toutes les conditions environnementales varient favorablement par rapport aux spécifications de conception du système de génération d'énergie éolienne	Toutes les demandes externes actives d'arrêt ont été résolues	Tous les paramètres électriques du système de génération d'énergie éolienne varient favorablement par rapport aux spécifications de conception du système de génération d'énergie éolienne							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

IEC

Figure A.1 – Vue d'ensemble des conditions d'entrée et de sortie de l'ensemble des catégories d'informations obligatoires décrites dans le présent document

Annexe B (informative)

Catégories d'informations facultatives pour le modèle d'informations WEGS – explications et exemples illustratifs

B.1 Généralités

La présente annexe décrit les exemples de catégories d'informations facultatives à appliquer lorsque des informations plus précises sont exigées afin de répondre à des besoins d'informations spécifiques. La Figure B.1 donne une vue d'ensemble de certaines catégories d'informations possibles.

Si plus de précision est exigée, d'autres catégories d'informations facultatives peuvent être ajoutées comme catégories sous-jacentes au niveau obligatoire 4 et/ou aux catégories de niveau 5 suggérées. Toutes les catégories d'informations facultatives doivent se trouver au moins au niveau 5 afin de satisfaire au présent document. La priorité des catégories facultatives doit être attribuée comme indiqué dans l'exemple à l'Article B.2.

B.2 RENDEMENT PARTIEL – catégories facultatives

B.2.1 Introduction aux catégories facultatives

Les catégories d'informations facultatives permettent de décrire de manière plus précise la catégorie d'informations obligatoires RENDEMENT PARTIEL comme indiqué ci-dessous et décrit à la Figure B.1.

- **réduit** – voir B.2.2;
- **dégradé** – voir B.2.3.

B.2.2 Fonctionnement réduit

La catégorie d'informations **réduit** peut être utilisée pour cumuler des périodes lorsqu'un système de génération d'énergie éolienne est opérationnel et fonctionne à puissance réduite en raison de contraintes ou commandes externes.

En règle générale, les contraintes externes incluent, entre autres, la réduction partielle de puissance, les modes de maintien de la stabilité du réseau, les services auxiliaires, les conditions environnementales (température, poussière, turbulences, etc.) ou d'autres facteurs externes (bruit, ombre, papillotement, sillage, turbulences, etc.).

La catégorie **réduit** est une catégorie sous-jacente de la catégorie RENDEMENT PARTIEL et ne comporte aucune catégorie d'informations facultatives sous-jacente prédéfinie.

Point d'entrée – Un événement externe ou une intervention manuelle empêche la fonction prévue du système de génération d'énergie éolienne de fonctionner à la pleine capacité spécifiée.

Point de sortie – Toutes les contraintes externes qui empêchent un système de génération d'énergie éolienne de fonctionner à la pleine capacité spécifiée n'existent plus.

Catégories d'informations						
Niveau obligatoire 1	Niveau obligatoire 2	Niveau obligatoire 3	Niveau obligatoire 4	Priorité obligatoire	Niveau facultatif 5	Priorité de niveau 5
INFORMATIONS DISPONIBLES (IA)	OPÉRATIONNEL (IAO)	EN SERVICE (IAOS)	RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	1		
			RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	2	réduit	2.1
				dégradé	2.2	
		PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	3			
		HORS SERVICE (IAOOS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	4		
			HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOSEN)	5	vents calmes	5.1
				autre condition environnementale	5.2	
			ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	6		
			HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	7		
		NON OPÉRATIONNEL (IANO)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)		8	
	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)		9	rénovation	9.1	
				mise à niveau	9.2	
				autre action corrective	9.3	
	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)		10	réponse	10.1	
				diagnostic	10.2	
				logistique	10.3	
				réparation de défaillance	10.4	
	INTERRUPTION (IANOS)		11	maintenance programmée interrompue	11.1	
				action corrective programmée interrompue	11.2	
		indisponibilité forcée interrompue		11.3		
FORCE MAJEURE (IAFM)			12			
INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)			13			

IEC

Figure B.1 – Vue d'ensemble des catégories d'informations – obligatoires et facultatives

B.2.3 Fonctionnement dégradé

La catégorie d'informations **dégradé** peut être utilisée pour cumuler des périodes lorsqu'un système de génération d'énergie éolienne est opérationnel et produit de l'énergie avec des performances réduites en raison de contraintes internes.

Les contraintes internes peuvent résulter de composants endommagés ou de la nécessité d'empêcher un endommagement des composants (surchauffe, niveaux de vibrations, problèmes de roulement, réduction du système de refroidissement du convertisseur, etc.).

La catégorie d'informations **dégradé** est une catégorie sous-jacente de RENDEMENT PARTIEL.

Point d'entrée – Un événement interne ou une intervention manuelle empêche un système de génération d'énergie éolienne d'exécuter les fonctions prévues à la pleine capacité spécifiée.

Point de sortie – Toutes les contraintes internes qui empêchent un système de génération d'énergie éolienne de fonctionner à la capacité spécifiée n'existent plus.

B.3 HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – catégories facultatives

B.3.1 Introduction aux catégories facultatives

Les catégories d'informations facultatives permettent de décrire de manière plus précise la catégorie d'informations obligatoires HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES comme indiqué ci-dessous et décrit à la Figure B.1.

- **vents calmes** – voir B.3.2;
- **autre condition environnementale** – voir B.3.3.

B.3.2 Vents calmes

La catégorie d'informations **vents calmes** peut être utilisée pour cumuler des périodes lorsqu'un système de génération d'énergie éolienne est opérationnel, mais ne produit pas d'énergie, parce que la vitesse du vent est inférieure à la spécification de conception de l'éolienne concernant la vitesse minimale de vent.

La catégorie **vents calmes** est une catégorie sous-jacente de la catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES et ne comporte aucune catégorie d'informations sous-jacente prédéfinie.

Point d'entrée – La vitesse du vent dans le milieu naturel est inférieure à la spécification de conception du système de génération d'énergie éolienne relative à la vitesse de vent minimale, interdisant le système de génération d'énergie éolienne de produire de l'énergie.

Point de sortie – La vitesse du vent dans le milieu naturel est supérieure à la spécification de conception du système de génération d'énergie éolienne relative à la vitesse de vent minimale.

B.3.3 Autre condition environnementale

Le système entre dans la catégorie d'informations **autre condition environnementale** lorsque le système de génération d'énergie éolienne est opérationnel, mais ne produit pas d'énergie car au moins une condition environnementale ne respecte pas les spécifications de conception autres que la vitesse du vent inférieure à la spécification de conception relative à la vitesse de vent minimale.

La catégorie d'informations facultatives **autre condition environnementale** est une catégorie sous-jacente de la catégorie HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES et ne comporte aucune catégorie d'informations sous-jacente prédéfinie.

Point d'entrée – Une ou plusieurs conditions environnementales dépassent la spécification de conception du système de génération d'énergie éolienne, autre que la vitesse du vent inférieure à la spécification de conception relative à la vitesse de vent minimale, interdisant au système de génération d'énergie éolienne de produire de l'énergie.

Point de sortie – Toutes les conditions environnementales sont dans les limites de la spécification de conception du système de génération d'énergie éolienne, autres que la vitesse du vent dans l'environnement naturel supérieure à la spécification de conception du système de génération d'énergie éolienne relative à la vitesse de vent minimale.

B.4 ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE – catégories facultatives

B.4.1 Introduction aux catégories facultatives

Les catégories d'informations facultatives permettent de décrire de manière plus précise la catégorie d'informations obligatoires NON OPÉRATIONNEL, comme indiqué ci-dessous et décrit à la Figure B.1. L'objet principal des catégories d'informations facultatives est de fournir des termes génériques pour déterminer et attribuer les responsabilités lorsque des actions correctives programmées sont exécutées.

Les catégories d'informations facultatives applicables pour la catégorie ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE sont les suivantes:

- **rénovation** – voir B.4.2;
- **mise à niveau** – voir B.4.3;
- **autre action corrective** – voir B.4.4.

B.4.2 Rénovation

La catégorie d'informations **rénovation** identifie les actions correctives programmées visant à intégrer une modification recommandée par le fabricant afin de respecter la spécification du système de génération d'énergie éolienne.

Point d'entrée – L'activité de rénovation commence. L'opérateur a déjà élaboré les éléments de support nécessaires (pièces, équipe de réparation, équipements, etc.). Une catégorie de rénovation peut uniquement être activée par une intervention manuelle.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsque l'activité de rénovation est terminée.

B.4.3 Mise à niveau

La catégorie d'informations **mise à niveau** identifie les actions correctives programmées visant à intégrer une modification recommandée par le fabricant afin d'améliorer le rendement du système de génération d'énergie éolienne au-dessus des limites de sa spécification. Il revient à l'utilisateur de choisir de mettre en œuvre ces mises à niveau.

Point d'entrée – L'activité de mise à niveau commence. L'opérateur a déjà élaboré les éléments de support nécessaires (pièces, équipe de réparation, équipements, etc.). La catégorie de mise à niveau peut uniquement être activée par une intervention manuelle.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsque l'activité de mise à niveau est terminée.

B.4.4 Autre action corrective programmée

La catégorie d'informations **autre action corrective programmée** identifie les actions correctives programmées qui ne sont ni des rénovations ni des mises à niveau. Cela couvre, par exemple, le remplacement d'un palier de générateur qui s'est révélé endommagé lors d'une inspection antérieure, mais qui pourrait continuer à fonctionner pendant l'élaboration des pièces et des éléments logistiques nécessaires à la réparation.

Point d'entrée – L'activité relative à l'autre action corrective programmée commence. L'opérateur a déjà élaboré les éléments de support nécessaires (pièces, équipe de réparation, équipements, etc.). Cette catégorie d'informations peut uniquement être appliquée par intervention manuelle.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsque l'activité relative à l'autre action corrective programmée est terminée.

B.5 INDISPONIBILITÉ FORCÉE – catégorie facultative

B.5.1 Introduction aux catégories facultatives

Les catégories d'informations facultatives suivantes peuvent être appliquées pour apporter des précisions à la catégorie d'informations obligatoires INDISPONIBILITÉ FORCÉE. L'objet principal des catégories d'informations facultatives est de fournir des termes génériques pour déterminer et attribuer les responsabilités aux différents stades d'un flux de travaux d'indisponibilité.

En présence d'une catégorie d'indisponibilité, il peut être intéressant de décomposer le flux de travaux d'indisponibilité pour surveiller le rendement des différentes parties impliquées.

Les termes de temps à observer peuvent être les mêmes que ceux spécifiés de B.5.2 à B.5.5. Le flux de travaux global peut être divisé en catégories d'informations facultatives (voir Figure B.2).

Comme le montre le flux de travaux simplifié, la période entre le moment où une panne est détectée dans le système de génération d'énergie éolienne et le moment où la défaillance est réparée et où l'ensemble des alarmes/événements sont résolus peut être divisée en quatre catégories d'informations facultatives sous-jacentes:

- **réponse** (R) – voir B.5.2;
- **diagnostic** (D) – voir B.5.3;
- **logistique** (L) – voir B.5.4;
- **réparation** (F) – voir B.5.5.

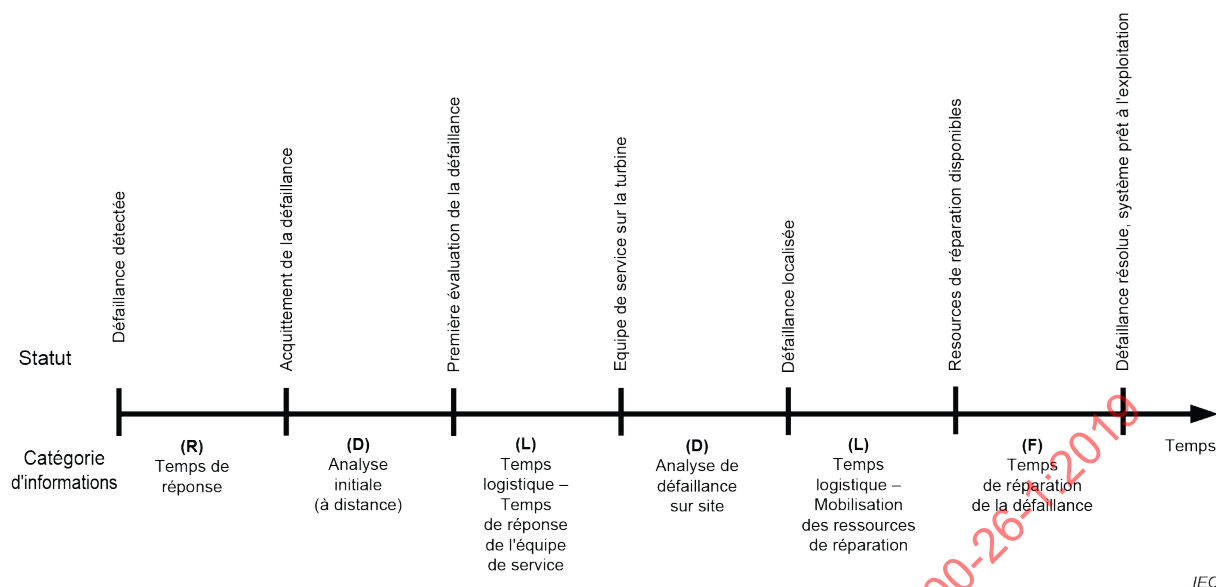


Figure B.2 – Structure de décomposition du flux de travaux

B.5.2 Réponse

La catégorie d'informations **réponse** peut être utilisée pour cumuler des périodes entre la notification d'un événement et le déclenchement d'une action correspondante.

Dans la décomposition du flux de travaux, cette catégorie peut couvrir entre autres:

- l'acquittement de la défaillance;
- le temps de réponse du partenaire de service à une demande de réparation;
- la constitution d'une équipe de service;
- le temps d'attente préalable à l'autorisation de déclenchement d'une action corrective.

Point d'entrée – Une panne interne ou une commande externe est reçue et le système générateur du système de génération d'énergie éolienne n'est pas automatiquement rétabli dans la catégorie opérationnelle.

Point de sortie – L'opérateur détecte et consigne la panne ou l'état. Le système générateur d'un système de génération d'énergie éolienne peut uniquement quitter cette catégorie par une intervention manuelle.

B.5.3 Diagnostic

La catégorie d'informations **diagnostic** peut être utilisée pour cumuler les périodes consacrées à l'analyse d'un symptôme de panne, aux mesurages associés, aux conclusions indiquant une défaillance et à la planification d'une action corrective. Dans la décomposition du flux de travaux, cette catégorie couvre entre autres:

- l'analyse initiale;
- l'analyse complète à distance;
- l'analyse complémentaire;
- les éclaircissements supplémentaires exigés;
- les actions correctives programmées;
- l'approbation des actions correctives.

Point d'entrée – L'opérateur détecte et consigne la panne ou l'état. Le système de génération d'énergie éolienne peut uniquement entrer dans ce mode par une intervention manuelle.

Point de sortie – L'opérateur a terminé l'analyse et déterminé l'action exigée. Le système générateur d'un système de génération d'énergie éolienne peut uniquement quitter cette catégorie par une intervention manuelle.

B.5.4 Logistique

La catégorie d'informations **logistique** peut être utilisée pour cumuler les périodes consacrées aux activités logistiques incluant entre autres:

- le transport des outils;
- le délai de mise en œuvre de la grue;
- la constitution de l'équipe de service;
- la commande des outils de support;
- la commande des pièces de rechange;
- le délai d'attente pour l'allocation des ressources;
- le délai de mise en œuvre des outils exigés;
- le délai de mise en œuvre des pièces de rechange exigées.

Point d'entrée – L'opérateur a terminé l'analyse, déterminé l'action exigée et déclenché des actions telles que: commande de pièces, appel de l'équipe de réparation, etc. Un système de génération d'énergie éolienne peut uniquement entrer dans cette catégorie par une intervention manuelle.

Point de sortie – Tous les acteurs et matériels exigés sont en place pour procéder aux activités demandées par les diagnostics en cours. Un système de génération d'énergie éolienne peut uniquement quitter cette catégorie par une intervention manuelle.

B.5.5 Réparation

La catégorie d'informations **réparation** peut être utilisée pour cumuler les périodes consacrées à la mise en œuvre des activités de réparation incluant entre autres:

- le remplacement d'un capteur défectueux;
- la modification d'une version du logiciel de contrôle/commande;
- la vérification des pièces endommagées remplacées;
- l'examen ou l'audit se rapportant à l'activité de réparation;
- l'essai de rodage après finalisation de l'activité de réparation.

Point d'entrée – L'activité de réparation commence en local ou à distance. Seule une intervention manuelle peut permettre d'entrer dans une catégorie d'informations Temps de réparation.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsque l'activité de réparation est terminée.

B.6 INTERRUPTION – catégories facultatives

B.6.1 Introduction aux catégories facultatives

Les catégories d'informations facultatives suivantes peuvent être appliquées pour apporter des précisions à la catégorie d'informations obligatoires INTERRUPTION. Les catégories d'informations facultatives axées sur la situation interrompue visent essentiellement à fournir des termes génériques pour l'échange d'informations sur la disponibilité des périodes interrompues.

Les catégories d'informations facultatives applicables pour la catégorie INTERRUPTION sont les suivantes:

- **maintenance programmée** – voir B.6.2;
- **action corrective programmée** – voir B.6.3;
- **indisponibilité forcée** – voir B.6.4.

B.6.2 Maintenance programmée interrompue

La catégorie d'informations **maintenance programmée interrompue** couvre l'ensemble des situations où une interruption est déclenchée lors d'une activité de maintenance programmée.

Point d'entrée – Le système entre dans cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsqu'une activité de maintenance programmée est interrompue selon des conditions prédéfinies.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsque les conditions à l'origine de l'interruption du travail ont été résolues.

B.6.3 Action corrective programmée interrompue

La catégorie d'informations **action corrective programmée interrompue** couvre l'ensemble des situations, où une interruption est déclenchée pendant une période d'activation corrective programmée.

Point d'entrée – Le système entre dans cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsqu'une action corrective programmée est interrompue selon des conditions prédéfinies.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsque les conditions à l'origine de l'interruption du travail ont été résolues.

B.6.4 Indisponibilité forcée interrompue

La catégorie d'informations **indisponibilité forcée interrompue** couvre l'ensemble des situations, où une interruption est déclenchée lors d'une indisponibilité forcée.

Point d'entrée – Le système entre dans cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsqu'une action corrective d'indisponibilité forcée est interrompue selon des conditions prédéfinies.

Point de sortie – Le système quitte cette catégorie d'informations par une intervention manuelle lorsque les conditions à l'origine de l'interruption du travail ont été résolues.

B.7 Remarques concernant la cession concurrente du service perdu

Dans certaines situations, les données collectées peuvent ne pas refléter de manière adéquate l'attribution d'une période d'indisponibilité et la production perdue, compte tenu de l'exclusivité mutuelle appliquée aux catégories dans le modèle d'informations.

Cela se produit lorsque les conditions d'entrée pour au moins deux catégories facultatives sont réunies en même temps, ce qui donne invariablement lieu au choix d'une catégorie en fonction des principes de priorité. En ce qui concerne l'attribution des pertes consécutives, cela donnerait potentiellement lieu à une pondération indéterminée/imprécise des pertes attribuées aux différentes catégories (voir exemple ci-dessous). Voir Figure B.3.

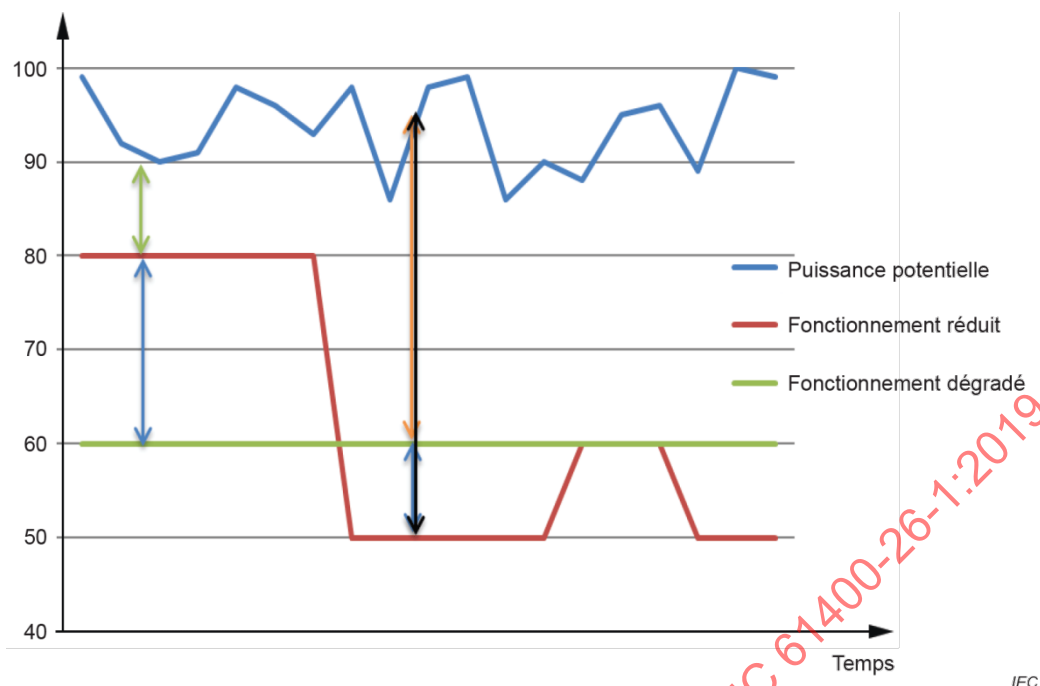


Figure B.3 – Exemple de dégradation et de réduction simultanées

Scénario:

Le système de génération d'énergie éolienne est dégradé à 60 % de sa puissance nominale en raison d'une anomalie. Au même moment, l'opérateur du réseau demande de réduire le fonctionnement du système de génération d'énergie éolienne à 80 % de sa production nominale et ultérieurement à une valeur inférieure à la valeur dégradée. Le vent est à tout moment suffisant pour obtenir des valeurs de fourniture de service potentiel (modes **réduit** et **dégradé**). Il peut être nécessaire d'apporter des éclaircissements concernant la fourniture de service potentiel devant avoir la priorité: 80 % en mode **réduit** et 60 % en mode **dégradé**, avec une fourniture de service potentiel conforme aux conditions de vent réelles. Cette limitation est inhérente dans le modèle d'informations. Par conséquent, il est prudent d'anticiper les conflits qui peuvent se produire et la manière dont il convient de les résoudre.

Annexe C (informative)

Exemples d'indicateurs de disponibilité

C.1 Généralités

C.1.1 Introduction au domaine d'application de la présente annexe

L'Annexe C est divisée en trois articles. L'Article C.2 porte sur la disponibilité temporelle, l'Article C.3 décrit la disponibilité en production et l'Article C.4 fournit des indicateurs de disponibilité supplémentaires que les utilisateurs peuvent appliquer s'ils le souhaitent. Des exemples sont donnés pour le calcul de la disponibilité temporelle et de la disponibilité en production. Les exemples ne sont donnés qu'à titre d'information et l'application adéquate du modèle peut être étendue aux catégories d'informations facultatives, ainsi qu'aux différents niveaux de la centrale éolienne. Les équations utilisées et l'attribution des catégories "disponibles" et "indisponibles" reviennent intégralement à l'utilisateur.

C.1.2 Disponibilité temporelle

L'article relatif à la disponibilité temporelle donne des exemples de calcul de la disponibilité d'un système de génération d'énergie éolienne. Chaque exemple repose sur une attribution des catégories d'informations en:

- a) catégories d'informations considérées comme du temps disponible (couleur verte);
- b) catégories d'informations considérées comme du temps indisponible (couleur rouge);
- c) catégories d'informations à ne pas prendre en compte dans le calcul de disponibilité (couleur grise).

Les utilisateurs peuvent trouver d'autres dispositions de catégories plus adaptées à leurs besoins.

Lors du calcul de la disponibilité temporelle, l'équation suivante est largement appliquée:

$$\text{Disponibilité}_{\text{temps}} = 1 - \frac{\text{Temps indisponible}}{\text{Temps disponible} + \text{temps indisponible}} \quad (\text{C.1})$$

C.1.3 Disponibilité en production

L'article relatif à la disponibilité en production donne des exemples de calcul de la disponibilité en production d'un système de génération d'énergie éolienne. En ce qui concerne la période à laquelle la disponibilité en production doit être calculée, l'exploitation de la turbine doit dans un premier temps être classée en fonction des catégories d'informations.

Les exemples de calcul de la disponibilité en production sont définis par rapport aux aspects suivants:

- a) fourniture de service réelle (couleur verte);
- b) service perdu (couleur rouge);
- c) catégories d'informations à ne pas prendre en compte dans le calcul de disponibilité (couleur grise).

Lors du calcul de la disponibilité en production dans les exemples, l'équation suivante s'applique:

Service perdu

$$\text{Disponibilité}_{\text{prod}} = 1 - \frac{\text{Fourniture de service réel} + \text{service perdu}}{\text{Fourniture de service réel} + \text{service perdu}} \quad (\text{C.2})$$

où "service perdu" représente la somme des pertes occasionnées dans chaque catégorie indisponible (voir 4.5.5).

C.1.4 Mapping de la disponibilité et de l'indisponibilité

Lors du calcul de disponibilité, chaque catégorie d'informations doit dans un premier temps être classée en informations "disponibles" ou "indisponibles" ou être exclue. L'attribution doit être décidée et fixée par les parties impliquées. Dans le présent paragraphe, deux scénarii d'attribution de catégorie sont étudiés (voir Tableau C.1).

Tableau C.1 – Exemple de mapping de catégories d'informations disponibles et indisponibles

	Obligatoire – catégories d'informations													Disponibilité = 1 – indisponibilité/ (disponibilité + indisponibilité)		
SIGNIFICATION DES COULEURS:	RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSE)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)		Disponibilité opérationnelle (C.2)	Disponibilité technique (C.3)
VERT = incluse dans la période comme étant disponible																
ROUGE = incluse dans la période comme étant indisponible																
GRIS = exclue																
Disponibilité opérationnelle															X	
Disponibilité technique																X

La "disponibilité opérationnelle" est considérée ici comme la fraction d'une période donnée au cours de laquelle un système de génération d'énergie éolienne produit réellement de l'énergie. Les heures de fonctionnement perdues, quelle qu'en soit la raison, sont incluses dans l'indisponibilité. La "disponibilité opérationnelle" peut être considérée comme le "point de vue de l'opérateur" ou des utilisateurs.

La "disponibilité technique" est considérée ici comme la fraction d'une période donnée au cours de laquelle un système de génération d'énergie éolienne fonctionne conformément à ses spécifications de conception. La "disponibilité technique" peut être considérée comme le "point de vue du fournisseur de maintenance".

C.2 Disponibilité temporelle

C.2.1 Généralités

L'approche temporelle consiste à compter le nombre d'heures attribuées aux catégories d'informations disponibles et indisponibles.

C.2.2 Disponibilité temporelle – "disponibilité opérationnelle"

Le présent paragraphe montre l'application de la Formule (C.1) pour le calcul de la disponibilité opérationnelle temporelle. Les exemples concernent les catégories obligatoires et les situations prenant également en compte les catégories facultatives relevant du niveau 5.

a) Algorithme de disponibilité opérationnelle de base reposant sur les catégories obligatoires uniquement

Dans cet exemple, le temps considéré comme étant disponible est:

- RENDEMENT TOTAL, IAOSFP
- RENDEMENT PARTIEL, IAOSPP
- PRÊT EN ATTENTE, IAOSRS

Le temps considéré comme étant indisponible est:

- MISE EN VEILLE TECHNIQUE, IAOSTS
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES, IAOOSEN
- ARRÊT DEMANDÉ, IAOSRS
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES, IAOOSEL
- MAINTENANCE PROGRAMMÉE, IANOSM
- ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE, IANOPCA
- INDISPONIBILITÉ FORCÉE, IANOFO
- INTERRUPTION, IANOS
- FORCE MAJEURE, IAFM

L'attribution de la "disponibilité" et de l'"indisponibilité" est représentée dans le Tableau C.1. L'application des définitions ci-dessus à la Formule (C.1) donne:

$$\text{Disponibilité opérationnelle}_{\text{temps}} = 1 - \frac{\text{IAOSTS} + \text{IAOOSEN} + \text{IAOSRS} + \text{IAOOSEL} + \text{IANOSM} + \text{IANOPCA} + \text{IANOFO} + \text{IANOS} + \text{IAFM}}{(\text{IAOSFP} + \text{IAOSPP} + \text{IAOSRS}) + (\text{IAOSTS} + \text{IAOOSEN} + \text{IAOSRS} + \text{IAOOSEL} + \text{IANOSM} + \text{IANOPCA} + \text{IANOFO} + \text{IANOS} + \text{IAFM})} \quad (\text{C.3})$$

Le temps non pris en compte est:

- INFORMATIONS INDISPONIBLES, IU.

Aucune information relative au système de génération d'énergie éolienne n'étant connue dans la catégorie INFORMATIONS INDISPONIBLES, ces périodes ne sont pas incluses comme étant disponibles ou indisponibles, et sont totalement exclues du calcul.

b) Algorithme de disponibilité opérationnelle de base – catégories facultatives comprises

Dans cet exemple, le temps considéré comme étant disponible est:

- RENDEMENT TOTAL, IAOSFP
- RENDEMENT PARTIEL, IAOSPP
- PRÊT EN ATTENTE, IAOSRS
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – **vents calmes**, IAOOSEN_C

Le temps considéré comme étant indisponible est:

- MISE EN VEILLE TECHNIQUE, IAOSTS
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – **autre condition environnementale**, IAOOSEN_O
- ARRÊT DEMANDÉ, IAOSRS
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES, IAOOSEL
- MAINTENANCE PROGRAMMÉE, IANOSM
- ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE, IANOPCA
- INDISPONIBILITÉ FORCÉE, IANOFO
- INTERRUPTION, IANOS
- FORCE MAJEURE, IAFM

Le temps non pris en compte est:

- INFORMATIONS INDISPONIBLES, IU

L'application des définitions ci-dessus à la Formule (C.1) donne:

$$\text{Disponibilité opérationnelle}_{\text{temps}} (\text{niveau 5 compris}) = 1 - \frac{\text{IAOSTS} + \text{IAOOSEN}_O + \text{IAOSRS} + \text{IAOOSEL} + \text{IANOSM} + \text{IANOPCA} + \text{IANOFO} + \text{IANOS} + \text{IAFM}}{(\text{IAOSFP} + \text{IAOSPP} + \text{IAOSRS} + \text{IAOOSEN}_C) + (\text{IAOSTS} + \text{IAOOSEN}_O + \text{IAOSRS} + \text{IAOOSEL} + \text{IANOSM} + \text{IANOPCA} + \text{IANOFO} + \text{IANOS} + \text{IAFM})} \quad (\text{C.4})$$

L'utilisation des catégories facultatives **vents calmes** et **autre condition environnementale** permet de faire la distinction entre les heures d'exploitation perdues en raison d'une ressource éolienne indisponible et les heures perdues en raison d'autres conditions d'exploitation dépassant les spécifications de conception du système de génération d'énergie éolienne. Par conséquent, "non pénalisé" peut être attribué à certaines situations de vent faible (**vents calmes**, par exemple).

C.2.3 Disponibilité temporelle – "disponibilité technique"

Le présent paragraphe montre l'application de la Formule (C.1) pour le calcul de la disponibilité technique temporelle. Il comporte un exemple qui ne prend en compte que les catégories obligatoires.

Dans cet exemple, le temps considéré comme étant disponible est:

- RENDEMENT TOTAL, IAOSFP
- RENDEMENT PARTIEL, IAOSPP
- PRÊT EN ATTENTE, IAOSRS
- MISE EN VEILLE TECHNIQUE, IAOSTS
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES, IAOOSEN
- ARRÊT DEMANDÉ, IAOSRS

- HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES, $IAOOS_{EL}$

Le temps considéré comme étant indisponible est:

- ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE, $IANOP_{CA}$
- INDISPONIBILITÉ FORCÉE, $IANOFO$

Le temps non pris en compte est:

- MAINTENANCE PROGRAMMÉE, $IANOS_{M}$
- INTERRUPTION, $IANOS$
- FORCE MAJEURE, $IAFM$
- INFORMATIONS INDISPONIBLES, IU

L'application des définitions ci-dessus à la Formule (C.1) donne:

$$\text{Disponibilité technique}_{\text{temps}} = 1 - \frac{IANOP_{CA} + IANOFO}{(IAOSFP + IAOSPP + IAOSRS + IAOSTS + IAOSEN + IAOSRS + IAOSEL) + (IANOP_{CA} + IANOFO)} \quad (C.5)$$

C.3 Disponibilité en production

C.3.1 Généralités

L'approche de calcul de la disponibilité en production repose sur la somme de la production réelle et potentielle attribuée aux catégories d'informations disponibles et indisponibles.

C.3.2 Disponibilité en production – "disponibilité opérationnelle"

Le présent paragraphe montre l'application de la Formule (C.2) pour le calcul de la disponibilité opérationnelle en production. Il comporte un exemple qui ne prend en compte que les catégories obligatoires.

Dans cet exemple, les catégories d'informations présentant une production d'énergie réelle sont:

- RENDEMENT TOTAL, $IAOSFP_{A}$
- RENDEMENT PARTIEL, $IAOSPP_{A}$
- PRÊT EN ATTENTE, $IAOSRS_{A}$

Les catégories d'informations présentant une production perdue sont:

- RENDEMENT PARTIEL, $IAOSPP_{P} - IAOSPP_{A}$
- PRÊT EN ATTENTE, $IAOSRS_{P} - IAOSRS_{A}$
- MISE EN VEILLE TECHNIQUE, $IAOSTS_{P}$
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES, $IAOSENS_{P}$
- ARRÊT DEMANDÉ, $IAOSRSS_{P}$
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES, $IAOSEL_{P}$
- MAINTENANCE PROGRAMMÉE, $IANOS_{M_{P}}$
- ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE, $IANOP_{CA_{P}}$
- INDISPONIBILITÉ FORCÉE, $IANOFO_{P}$

- INTERRUPTION, $IANOSS_p$
- FORCE MAJEURE, $IAFMS_p$

Les catégories d'informations exclues du calcul sont:

- INFORMATIONS INDISPONIBLES, IU

L'application des définitions ci-dessus à la Formule (C.2) donne:

$$\text{Disponibilité opérationnelle en production}_{\text{prod}} = 1 - \frac{(\text{IAOSPPS}_p - \text{IAOSPPS}_A) + (\text{IAOSRSS}_p - \text{IAOSRSS}_A) + \text{IAOOSTSS}_p + \text{IAOSENS}_p + \text{IAOSRSS}_p + \text{IAOSELS}_p + \text{IANOSMS}_p + \text{IANOPCAS}_p + \text{IANOFOS}_p + \text{IANOSS}_p + \text{IAFMS}_p}{(\text{IAOSFPS}_A + \text{IAOSPPS}_A + \text{IAOSRSS}_A) + (\text{IAOSPPS}_p - \text{IAOSPPS}_A) + (\text{IAOSRSS}_p - \text{IAOSRSS}_A) + \text{IAOOSTSS}_p + \text{IAOSENS}_p + \text{IAOSRSS}_p + \text{IAOSELS}_p + \text{IANOSMS}_p + \text{IANOPCAS}_p + \text{IANOFOS}_p + \text{IANOSS}_p + \text{IAFMS}_p} \quad (\text{C.6})$$

Aucune information relative au système de génération d'énergie éolienne n'étant connue dans la catégorie d'informations INFORMATIONS INDISPONIBLES, ces périodes ne sont pas incluses comme étant disponibles ou indisponibles, et sont totalement exclues du calcul. Cela revient à retenir l'hypothèse selon laquelle la production au cours de ces périodes est égale à la production moyenne pendant la période de disponibilité des informations.

C.3.3 Disponibilité en production – "disponibilité technique"

Le présent paragraphe montre l'application de la Formule (C.2) pour le calcul de la disponibilité technique en production. Les exemples concernent les catégories obligatoires et les situations prenant également en compte les catégories facultatives relevant du niveau 5.

a) Algorithme de disponibilité opérationnelle de base reposant sur les catégories obligatoires uniquement

Dans cet exemple, les catégories d'informations présentant une production d'énergie réelle sont:

- RENDEMENT TOTAL, $IAOSFPS_A$
- RENDEMENT PARTIEL, $IAOSPPS_A$
- PRÊT EN ATTENTE, $IAOSRSS_A$

En outre, même si les catégories suivantes ne concernent pas la production et ne présentent aucune production d'énergie réelle, pour les besoins de cette définition, la production d'énergie potentielle associée à chacune d'elles est incluse comme étant disponible:

- MISE EN VEILLE TECHNIQUE, $IAOOSTSS_p$
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES, $IAOSENS_p$
- ARRÊT DEMANDÉ, $IAOSRSS_p$
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES, $IAOSELS_p$

Les catégories d'informations présentant une production perdue sont:

- RENDEMENT PARTIEL, $IAOSPPS_p - \text{IAOSPPS}_A$
- PRÊT EN ATTENTE, $IAOSRSS_p - \text{IAOSRSS}_A$
- ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE, $IANOPCAS_p$

- **INDISPONIBILITÉ FORCÉE, $IANOFOS_P$**

Les catégories d'informations exclues du calcul sont:

- MAINTENANCE PROGRAMMÉE, $IANOSMS_P$
- INTERRUPTION, $IANOSS_P$
- FORCE MAJEURE, $IAFMS_P$
- INFORMATIONS INDISPONIBLES, IU

L'application des définitions ci-dessus à la Formule (C.2) donne:

$$\text{Disponibilité technique en production}_{\text{prod}} = 1 - \frac{(\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A) + (\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A) + \text{IANOPCAS}_P + \text{IANOFOS}_P}{(\text{IAOSFPS}_A + \text{IAOSPPS}_A + \text{IAOSRSS}_A + \text{IAOOSTSS}_P + \text{IAOSENS}_P + \text{IAOSRSS}_P + \text{IAOSELSP}) + (\text{IAOSPPS}_P - \text{IAOSPPS}_A) + (\text{IAOSRSS}_P - \text{IAOSRSS}_A) + \text{IANOPCAS}_P + \text{IANOFOS}_P} \quad (\text{C.7})$$

b) Algorithme de disponibilité technique de base – catégories facultatives comprises

Dans cet exemple, les catégories d'informations présentant une production d'énergie réelle sont:

- RENDEMENT TOTAL, $IAOSFPS_A$
- RENDEMENT PARTIEL – **réduit**, $IAOSPP_{DR}S_A$
- RENDEMENT PARTIEL – **dégradé**, $IAOSPP_{DG}S_A$
- PRÊT EN ATTENTE, $IAOSRSS_A$

En outre, même si les catégories suivantes ne concernent pas la production et ne présentent aucune production d'énergie réelle, pour les besoins de cette définition, la production d'énergie potentielle associée à chacune d'elles est incluse comme étant disponible:

- RENDEMENT PARTIEL – **réduit**, $IAOSPP_{DR}S_P - IAOSPP_{DR}S_A$
- MISE EN VEILLE TECHNIQUE, $IAOOSTSS_P$
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – **autre condition environnementale**, $IAOSEN_{OS}P$
- ARRÊT DEMANDÉ, $IAOOSRSS_P$
- HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES, $IAOSELSP$

Les catégories d'informations présentant une production perdue sont:

- RENDEMENT PARTIEL – **dégradé**, $IAOSPP_{DG}S_P - IAOSPP_{DG}S_A$
- PRÊT EN ATTENTE, $IAOSRSS_P - IAOSRSS_A$
- ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE, $IANOPCAS_P$
- **INDISPONIBILITÉ FORCÉE, $IANOFOS_P$**

Les catégories d'informations non prises en compte dans le calcul sont:

- HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – **vents calmes**, $IAOSEN_{CS}P$
- MAINTENANCE PROGRAMMÉE, $IANOSMS_P$
- INTERRUPTION, $IANOSS_P$

- FORCE MAJEURE, $IAFMS_P$
- INFORMATIONS INDISPONIBLES, IU

L'application des définitions ci-dessus à la Formule (C.2) donne:

$$\text{Disponibilité technique en production}_{\text{prod}} = 1 - \frac{(\text{IAOSPP}_{DG}S_P - \text{IAOSPP}_{DG}S_A) + (\text{IAOSRSP}_P - \text{IAOSRSP}_A) + \text{IANOPCAS}_P + \text{IANOFOS}_P}{(\text{IAOSFPS}_A + \text{IAOSPP}_{DR}S_A + \text{IAOSPP}_{DG}S_A + \text{IAOSRSS}_A + (\text{IAOSPP}_{DR}S_P - \text{IAOSPP}_{DR}S_A) + \text{IAOOSTSS}_P + \text{IAOOSSENOS}_P + \text{IAOOSRSS}_P + \text{IAOOSELS}_P) + (\text{IAOSPP}_{DG}S_P - \text{IAOSPP}_{DG}S_A) + (\text{IAOSRSP}_P - \text{IAOSRSP}_A) + \text{IANOPCAS}_P + \text{IANOFOS}_P} \quad (\text{C.8})$$

A l'inverse de l'exemple de "disponibilité opérationnelle" décrit en C.2.2, les catégories d'informations HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – vents calmes et HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – autre condition environnementale sont utilisées différemment. Pour les situations de vent calme, il n'y a aucune production d'énergie réelle ou potentielle, et donc aucune production perdue. Les périodes de vent calme sont exclues des calculs de disponibilité en production. La disponibilité en production est affectée lorsque les ressources éoliennes ne sont pas capturées par un système de génération d'énergie éolienne en raison de conditions environnementales dépassant les spécifications de conception du système de génération d'énergie éolienne, mais l'absence de ressource éolienne ne pénalise pas les mesures du rendement.

C.4 Facteur de capacité et autres indicateurs de performance

C.4.1 Généralités

Outre la disponibilité temporelle ou la disponibilité en production qui décrivent principalement l'aptitude d'un système de génération d'énergie éolienne à capturer les ressources éoliennes du site, d'autres indicateurs de performance peuvent être définis, ce qui peut s'avérer utile pour décrire ou caractériser d'autres aspects du rendement d'un système de génération d'énergie éolienne. Les utilisateurs peuvent trouver d'autres définitions ou d'autres indicateurs de performance qui sont plus adaptés à leurs besoins.

Le modèle d'informations peut être étendu par les utilisateurs à d'autres paramètres présentant également un intérêt. Par exemple, une couche supplémentaire peut être définie pour le revenu lié à la production réelle, potentielle ou perdue du système de génération d'énergie éolienne dans le cadre d'une catégorie d'informations particulière, la production en fonction des revenus pouvant être évaluée de manière similaire.

C.4.2 Facteur de capacité

Le facteur de capacité est la quantité d'énergie produite par un système de génération d'énergie éolienne par rapport à la quantité d'énergie qui aurait pu être produite si le système de génération d'énergie éolienne avait fonctionné à sa puissance assignée pendant la période spécifiée. Il peut être défini en fonction de la production d'énergie réelle ou de la production d'énergie potentielle. Le facteur de capacité mesure la capacité du système de génération d'énergie éolienne à produire de l'électricité sur un site particulier (il est parfois exprimé comme le nombre d'heures à pleine charge équivalent sur une période spécifiée).

Les facteurs de capacité peuvent être calculés selon les exemples des Formules (C.9) et (C.10).

$$\text{Facteur de capacité réelle} = \frac{\text{Production d'énergie réelle}}{(\text{Puissance assignée}) \times (\text{période spécifiée en heures})} \quad (\text{C.9})$$

$$\text{Facteur de capacité potentielle} = \frac{\text{Production d'énergie potentielle}}{(\text{Puissance assignée}) \times (\text{période spécifiée en heures})} \quad (\text{C.10})$$

où la production maximale est définie comme l'énergie qui aurait été produite si le système de génération d'énergie éolienne avait fonctionné à sa puissance assignée pendant cette période.

C.4.3 Rapport de production

Le rapport de production est la quantité d'énergie produite par un système de génération d'énergie éolienne en RENDEMENT TOTAL par rapport à sa production d'énergie potentielle.

$$\text{Rapport de production} = \frac{\text{Production d'énergie réelle}}{\text{Production d'énergie potentielle}} \quad (\text{C.11})$$

Le rapport de production permet de mesurer l'aptitude du système de génération d'énergie éolienne à produire de l'énergie selon les objectifs attendus. La sortie du système de génération d'énergie éolienne en RENDEMENT TOTAL peut être différente de celle attendue, et ce pour plusieurs raisons: encrassement des pales, alignement incorrect, dysfonctionnement du système de calage, effets de la température ou des turbulences, etc. Cette mesure du rendement permet d'identifier rapidement de tels problèmes, car le rapport de production sur ces unités est par hypothèse inférieur à un (1). Il convient également de noter que la production d'énergie réelle peut être supérieure ou égale à la production d'énergie potentielle compte tenu des variations de production attendues et de la manière dont est définie la production d'énergie potentielle, mais également de la période sur laquelle est calculé le rapport de production.

C.4.4 Informations reposant sur la valeur moyenne

Les informations reposant sur la capacité n'étant pas stockées de manière explicite dans le modèle d'informations, la capacité moyenne peut être déduite du modèle d'informations pour certains services. Cela peut concerner, par exemple, les données de production d'énergie réelle et potentielle des couches 2 et 3, en divisant les valeurs stockées dans les couches respectives par les informations de la catégorie correspondante de la couche 1.

Annexe D (informative)

Scénarii de vérification – exemples

D.1 Généralités

La présente annexe a pour objet de représenter l'application des indicateurs décrits à l'Annexe B et à l'Annexe C.

D.2 Scénarii temporels d'un aérogénérateur

D.2.1 Introduction aux scénarii de vérification

Chaque scénario est composé d'une ligne chronologique couvrant une semaine calendaire d'événements qui peuvent généralement se produire au niveau d'un aérogénérateur. Les scénarii sont décrits de D.2.2 à D.2.7.

Pour chaque scénario, le temps est réparti dans les catégories d'informations obligatoires présentées sous forme graphique dans le Tableau D.1. Les couleurs indiquent la manière dont les catégories d'informations obligatoires sont incluses dans les calculs de disponibilité, le vert indiquant que le temps est inclus dans les heures de la période comme étant disponible, le rouge indiquant que le temps est inclus dans les heures de la période comme étant indisponible, et le gris indiquant que ces heures sont exclues des heures de la période et ne sont pas incluses dans le calcul de la mesure du rendement.

Tableau D.1 – Scénarii de vérification – attribution de temps aux catégories d'informations

	Obligatoire – catégories d'informations	Disponibilité = 1 - indisponibilité/ (disponibilité + indisponibilité)
SIGNIFICATION DES COULEURS: VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible GRIS = exclue des heures de la période	RENDEMENT TOTAL (IAOSFP) RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP) PRÊT EN ATTENTE (IASRS) MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS) HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSEN) ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS) HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSEL) MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM) ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA) INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO) INTERRUPTION (IANOS) FORCE MAJEURE (IAFM) INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)	Disponibilité opérationnelle (C.2.2) Disponibilité technique (C.2.3)
Disponibilité opérationnelle	VERT VERT VERT ROUGE ROUGE ROUGE ROUGE ROUGE ROUGE ROUGE ROUGE ROUGE GRIS	X
Disponibilité technique	VERT VERT VERT VERT VERT VERT VERT GRIS ROUGE ROUGE ROUGE GRIS GRIS	X

La disponibilité pendant la période est alors calculée par la Formule (C.1) de l'Annexe C du présent document.

Pour chaque scénario, ces mesures de performance de disponibilité sont calculées conformément aux définitions de l'Annexe C, chacune s'effectuant sous une perspective différente en ce qui concerne la mesure de performance de disponibilité.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

Tableau D.2 – Scénarii de vérification – aspects relatifs à la communication

			Obligatoire – catégories d'informations													
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)		
SIGNIFICATION DES COULEURS: VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible GRIS = exclue des heures de la période																
Disponibilité opérationnelle																
Disponibilité technique																
1. Scénarii		Commentaires														
1.1	L'aérogénérateur produit de la puissance toute la semaine	Répartition du temps (heures hebdomadaires) entre les différents états d'information	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100,0 %	100,0 %
1.2	L'aérogénérateur dispose de 10 h avant de perdre l'ensemble des communications	L'aérogénérateur est 100 % disponible pendant les 10 h connues	10											158	100,0 %	100,0 %
1.3	L'aérogénérateur fonctionne 5 h, est en panne pendant 1 h, puis fonctionne de nouveau pendant 4 h avant de perdre l'ensemble des communications	Si l'état Informations indisponibles était inclus dans la période, la disponibilité serait de 99,4 %, l'hypothèse retenue étant que l'aérogénérateur était disponible toutes ces heures	9								1			158	90,0 %	90,0 %
1.4	Un incendie dans le multiplicateur a détruit l'ensemble des communications avec l'unité. Aucune information en ligne n'est disponible.	Une indisponibilité forcée, dont l'état est connu, mais une saisie manuelle est nécessaire	0								168				0,0 %	0,0 %

Dans le scénario 1.1 de D.2.2 dans lequel l'aérogénérateur a fonctionné à pleine puissance pendant une semaine continue de 168 h, ces mesures sont chacune de 100 %, comme prévu.

Les scénarii de communication montrent l'importance d'exclure du calcul le temps au cours duquel les informations relatives à l'état de la turbine sont inconnues. Dans le scénario 1.3, si les 158 h d'état inconnu étaient incluses dans le temps de la période, la disponibilité opérationnelle et technique augmenterait à 99,4 %. Toutefois, ne sachant pas si l'aérogénérateur était disponible ou non pendant cette période, ces heures doivent être exclues du calcul. Cela permet essentiellement d'extrapoler la mesure de disponibilité tout au long de la période d'indisponibilité des informations.

La perte de communication électronique ou en ligne n'implique pas nécessairement que les informations sont indisponibles. Comme le montre le scénario 1.4 du Tableau D.2, la catégorie d'informations d'un aérogénérateur doit dans certains cas être activée manuellement ou les données corrigées lorsqu'un état devient connu par la suite.

Un aérogénérateur doté d'un dispositif de stockage local d'informations peut présenter une disponibilité supérieure à celle d'un aérogénérateur ne comportant pas un tel dispositif. Par ailleurs, le stockage local d'informations d'un aérogénérateur peut permettre d'obtenir une image plus précise des mesures de disponibilité.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61400-26-1:2019

D.2.3 Scénario 2 – aspects relatifs au fonctionnement partiel

Tableau D.3 – Scénarii de vérification – aspects opérationnels partiels

			Obligatoire – catégories d'informations													Disponibilité opérationnelle (C.2.2)	Disponibilité technique (C.2.3)
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)		
SIGNIFICATION DES COULEURS:																	
VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible																	
ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible																	
GRIS = exclue des heures de la période																	
Disponibilité opérationnelle																X	
Disponibilité technique																	X
2. Scénarii		Commentaires															
2.1	La sortie est restreinte à 50 % de puissance pendant 40 h en raison de contraintes sur le réseau	Les indicateurs de performance temporels ne sont pas affectés par un fonctionnement partiel	128	40												100,0 %	100,0 %
2.2	En raison d'un problème avec le palier de générateur, la sortie est limitée à 50 % de charge pendant 2 jours	Les indicateurs de performance temporels ne sont pas affectés par un fonctionnement partiel	120	48												100,0 %	100,0 %
2.3	Une défaillance mécanique de l'aérogénérateur empêche la production de puissance active pendant 50 h, mais l'unité est capable de produire de la puissance réactive	La disponibilité est de 100 % si la puissance réactive seule est considérée comme étant générée. 70,2 % dans le cas contraire.	118									50				100,0 %	100,0 %

Les scénarii décrits dans le Tableau D.3 démontrent, pour des mesures de disponibilité temporelle, que la production à la capacité partielle n'a aucune influence sur le calcul de la disponibilité et que la production de puissance réactive seule, en fonction de la catégorie d'informations définie, est également considérée comme une production partielle.

D.2.4 Scénario 3 – aspects relatifs à la maintenance**Tableau D.4 – Scénarii de vérification – aspects relatifs à la maintenance**

			Obligatoire – catégories d'informations														
			RENDEMENT TOTAL (IAOSEFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)	Disponibilité opérationnelle (C.2.2)	Disponibilité technique (C.2.3)
SIGNIFICATION DES COULEURS:																	
VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible																	
ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible																	
GRIS = exclue des heures de la période																	
Disponibilité opérationnelle																X	
Disponibilité technique																	X
3. Scénarii			Commentaires														
3.1	8 h de maintenance programmée dans les limites de la spécification concernant la période de maintenance prévue	La disponibilité technique n'est pas affectée par la maintenance étant donné qu'elle est fixée par la conception, mais la disponibilité opérationnelle augmente au fur et à mesure que les besoins de maintenance diminuent.	160							8						95,2 %	100,0 %
3.2	Les 8 h de maintenance programmée doivent être prolongées de 4 h afin de remplacer un palier proche de la défaillance	Saisie manuelle nécessaire pour le délai supplémentaire, ce qui est considéré comme une action corrective programmée	156							8	4					92,9 %	97,5 %

Dans les scénarii décrits dans le Tableau D.4, la maintenance a une influence sur la disponibilité opérationnelle, mais pas sur la disponibilité technique, laquelle est planifiée et programmée. Les disponibilités opérationnelles mesurées sont plus importantes dans les conceptions d'aérogénérateurs qui exigent moins de maintenance. Selon les définitions et priorités établies dans le présent document, les actions correctives programmées présentent une priorité supérieure à celle de la maintenance et une saisie de données manuelle peut s'avérer nécessaire afin d'allouer du temps à l'action corrective programmée après la maintenance programmée du scénario 3.2.

D.2.5 Scénario 4 – aspects opérationnels

Tableau D.5 – Scénarii de vérification – aspects opérationnels

			Obligatoire – catégories d'informations															
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)			INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)	
SIGNIFICATION DES COULEURS: VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible GRIS = exclue des heures de la période																		
Disponibilité opérationnelle																	X	
Disponibilité technique																		X
4. Scénarii		Commentaires																
4.1	Un vent fort soufflant par rafales dépasse la vitesse de coupure pendant 5 h	Les aérogénérateurs dont les vitesses de coupure sont plus élevées présentent une disponibilité opérationnelle plus importante, égale à la disponibilité technique	163				5										97,0 %	100,0 %
4.2	Une partie de l'aérogénérateur est tombée en panne après un coup de foudre, et l'unité est restée inaccessible pendant 20 h, avant de procéder à la réparation qui a duré 4 h. La semaine a également connu une indisponibilité du réseau de 40 h	Les définitions traitent chaque point de vue	104						40			4	20				61,9 %	96,3 %

			Obligatoire – catégories d'informations														
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)	Disponibilité opérationnelle (C.2.2)	Disponibilité technique (C.2.3)
SIGNIFICATION DES COULEURS:																	
VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible																	
ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible																	
GRIS = exclue des heures de la période																	
Disponibilité opérationnelle																X	
Disponibilité technique																	X
4. Scénarii		Commentaires															
4.3	L'unité doit effectuer une rotation à l'envers 6 fois (pour dévriller les câbles)		167			1										99,4 %	100,0 %
4.4	La défaillance d'une pompe du multiplicateur a causé une période d'indisponibilité de 10 h, et l'équipe se trouvant sur place a procédé à la rénovation programmée d'une carte de commande dans le châssis supérieur pendant 2 h de plus	Réparation du commutateur et saisie manuelle nécessaire	156								2	10				92,9 %	92,9 %
4.5	Un coup de foudre dépassant les limites de la spécification a provoqué la mise hors ligne de la turbine en milieu de semaine	Saisie manuelle nécessaire. L'unité considère cela comme une panne. Déclarer une disponibilité de 100 % semble étrange. La turbine pourrait être plus tolérante à la foudre	84											84		50,0 %	100,0 %

			Obligatoire – catégories d'informations													
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)			FORCE MAJEURE (IAFM)
SIGNIFICATION DES COULEURS: VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible GRIS = exclue des heures de la période																
Disponibilité opérationnelle															X	
Disponibilité technique																X
4. Scénarii		Commentaires														
4.8	Le réseau a fait l'objet d'une indisponibilité pendant 2 jour. Pendant cette période, 4 h de maintenance sont effectuées, les vents dépassent les spécifications pendant 8 h et une réparation programmée est réalisée pendant 2 h	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES est une priorité supérieure à HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES, qui est inférieure à la maintenance et à la réparation	120					42	4	2					71,4 %	98,8 %
4.9	Sur une unité en mer, un générateur est tombé en panne pendant 5 h en pleine semaine, mais une mer agitée a empêché d'y accéder tout le reste de la semaine	La disponibilité technique consignée est de 100 %	5									163			3,0 %	100,0 %
4.10	Une activité diurne de chauve-souris provoque l'arrêt de l'unité pendant 2 h chaque jour		154				14								91,7 %	100,0 %

			Obligatoire – catégories d'informations														
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)	Disponibilité opérationnelle (C.2.2)	Disponibilité technique (C.2.3)
SIGNIFICATION DES COULEURS:																	
VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible																	
ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible																	
GRIS = exclue des heures de la période																	
Disponibilité opérationnelle																X	
Disponibilité technique																	X
4. Scénarii																	
Commentaires																	
4.11	L'aérogénérateur passe en mode hors ligne à cause d'une température excessive du moteur d'orientation, puis redémarre après une période de refroidissement de 2 h. Cela se produit 10 fois	Le refroidissement est rétabli après un problème de conception – temps INDISPONIBILITÉ FORCÉE	148									20				88,1 %	88,1 %
4.12	2 h de réparation d'un élément en panne, la foudre et des vents forts interrompent le travail pendant 16 h, qui reprend et dure 2 h de plus	INTERRUPTION est une priorité supérieure à INDISPONIBILITÉ FORCÉE. Saisie manuelle nécessaire. L'unité considère cela comme une panne	148									4	16			88,1 %	97,4 %

Les scénarii opérationnels décrits dans le Tableau D.5 montrent plus en détail la distinction entre la disponibilité opérationnelle et la disponibilité technique en fonction des spécifications, et l'utilité de ces mesures pour évaluer les performances de disponibilité globales. Dans le scénario 4.1, par exemple, l'aérogénérateur s'arrête comme prévu lorsque les vents dépassent la limite de conception maximale. Même si cela dépend de la conception, du point de vue de l'opérateur de l'aérogénérateur, l'unité est indisponible, ce qui fait perdre des heures d'exploitation. Les unités dont les vitesses de coupure sont inférieures présentent une disponibilité technique comparable, mais une moindre disponibilité opérationnelle.

Le scénario 4.2 présente l'utilisation de priorités et de définitions pour gérer des combinaisons complexes d'événements. Dans le scénario 4.6, la réalisation d'une opération de maintenance planifiée pendant une indisponibilité forcée fait partie intégrante des opérations effectives, mais l'indisponibilité forcée est une priorité supérieure et l'unité demeure indisponible.

Le scénario 4.9 met en évidence la difficulté de tenir compte des heures d'interruption pour des raisons de sécurité. Du point de vue de l'opérateur du système, l'unité est clairement indisponible et, même si les heures perdues contribuent à l'indisponibilité de l'aérogénérateur étant donné que l'indisponibilité forcée initiale était liée à la défaillance d'une pièce, l'interruption pour des raisons de sécurité empêche de corriger cette condition, ce qui prolonge l'INDISPONIBILITÉ FORCÉE. La mesure de la disponibilité technique n'est pas responsable de cette perte de temps d'exploitation. Toutefois, signaler que l'unité est techniquement disponible à 100 % pendant cette période est totalement en contradiction avec la faible disponibilité opérationnelle.

D.2.6 Scénario 5 – aspects relatifs au réseau/réseau électrique

Tableau D.6 – Scénarii de vérification – aspects relatifs au réseau/réseau électrique

			Obligatoire – catégories d'informations													Disponibilité opérationnelle (C.2.2)	Disponibilité technique (C.2.3)
			RENDMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSÉN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)		
SIGNIFICATION DES COULEURS:																	
VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible																	
ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible																	
GRIS = exclue des heures de la période																	
Disponibilité opérationnelle																X	
Disponibilité technique																	X
5. Scénarii																	
Commentaires																	
5.1	Une unité fonctionne pendant 80 h, puis passe en indisponibilité forcée pendant 4 h. Une indisponibilité du réseau se produit plus tard dans la semaine	Les heures HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES sont incluses comme étant disponibles dans la disponibilité de l'aérogénérateur, car l'unité est exploitable	80						84			4				47,6 %	97,6 %

Toutefois, une **INDISPONIBILITÉ FORCÉE** est une priorité supérieure et une unité qui se trouve dans la catégorie **INDISPONIBILITÉ FORCÉE** au début d'une indisponibilité du réseau y reste, même s'il paraît peu probable que l'unité puisse être remise en service avant que le système électrique ne soit rétabli dans les limites de la spécification.

D.2.7 Scénario 6 – aspects environnementaux

Tableau D.7 – Scénarii de vérification – aspects environnementaux

[illegible]

SIGNIFICATION DES COULEURS: VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible GRIS = exclue des heures de la période			Obligatoire – catégories d'informations												Disponibilité opérationnelle (C.2.2)	Disponibilité technique (C.2.3)	
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)			INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)
Disponibilité opérationnelle															X		
Disponibilité technique																X	
6. Scénarii		Commentaires															
		attribuée à l'aérogénérateur															
6.2	Les vents dépassent la vitesse de démarrage uniquement pendant 8 h au cours de la semaine, l'aérogénérateur est en panne pendant 4 h et fonctionne pendant 4 h	Les heures perdues en raison de vitesses de vent hors de la spécification ont une influence sur la disponibilité opérationnelle, mais pas sur la disponibilité technique	4		160					4					2,4 %	97,6 %	
6.2a	Comme au 6.2, mais l'état facultatif HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – vents calmes est utilisé	*Disponibilité opérationnelle de 97,6 % si la catégorie facultative HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – vents calmes est incluse comme étant disponible													97,6 %*	97,6 %	

SIGNIFICATION DES COULEURS: VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible GRIS = exclue des heures de la période Disponibilité opérationnelle Disponibilité technique			Obligatoire – catégories d'informations														
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)	Disponibilité opérationnelle (C.2.2)	Disponibilité technique (C.2.3)

SIGNIFICATION DES COULEURS: VERT = incluse dans les heures de la période comme étant disponible ROUGE = incluse dans les heures de la période comme étant indisponible GRIS = exclue des heures de la période Disponibilité opérationnelle Disponibilité technique			Obligatoire – catégories d'informations															
			RENDEMENT TOTAL (IAOSFP)	RENDEMENT PARTIEL (IAOSPP)	PRÊT EN ATTENTE (IAOSRS)	MISE EN VEILLE TECHNIQUE (IAOOSTS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES (IAOOSSEN)	ARRÊT DEMANDÉ (IAOOSRS)	HORS DES SPÉCIFICATIONS ÉLECTRIQUES (IAOOSSEL)	MAINTENANCE PROGRAMMÉE (IANOSM)	ACTION CORRECTIVE PROGRAMMÉE (IANOPCA)	INDISPONIBILITÉ FORCÉE (IANOFO)	INTERRUPTION (IANOS)	FORCE MAJEURE (IAFM)	INFORMATIONS INDISPONIBLES (IU)	Disponibilité opérationnelle (C.2.2)	Disponibilité technique (C.2.3)	
6. Scénarii			Commentaires															
6.5	Un aérogénérateur assigné pour fonctionner à 30 °C cesse de fonctionner pendant 20 h en raison d'une augmentation de la température à 35 °C	Un aérogénérateur conçu pour des températures plus élevées présente une disponibilité opérationnelle plus importante, mais la disponibilité technique est de 100 % selon la conception	148			20									88,1 %	100,0 %		
6.6	Un aérogénérateur assigné pour fonctionner à 40 °C continue de fonctionner pendant 20 h lorsque la température atteint 35 °C	La disponibilité opérationnelle de l'aérogénérateur présentant le meilleur rendement est supérieure, comme prévu	168			0									100,0 %	100,0 %		

Les scénarii décrits dans le Tableau D.7 examinent les scénarii environnementaux, et plus particulièrement l'influence des aspects environnementaux sur les mesures de disponibilité calculées des températures ambiantes et de la vitesse du vent au-dessus ou au-dessous de la spécification de conception de la turbine.

Le scénario 6.1, par exemple, présente la perte de disponibilité causée par une faible vitesse de vent. Malgré le faible potentiel de production, l'unité ne peut pas fonctionner hors de ses limites de conception et est donc indisponible pour l'opérateur, mais est totalement disponible d'un point de vue technique. Cette apparente contradiction est résolue par l'utilisation de la catégorie facultative HORS DES SPÉCIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES – **vents calmes**. De la même manière, lorsque la température ambiante est inférieure ou supérieure à

la limite de conception, l'éolienne est également indisponible d'un point de vue opérationnel, mais est disponible d'un point de vue technique.

Les aérogénérateurs qui, du fait d'une meilleure conception, présentent des plages de fonctionnement plus larges pour la vitesse de vent et la température ambiante, ont comme prévu une disponibilité opérationnelle supérieure, car ils sont susceptibles de fonctionner plus longtemps en conditions réelles, même s'ils peuvent présenter la même disponibilité technique selon leur conception respective. Cela est présenté au Tableau D.7, scénarios 6.5 et 6.6.

D.3 Scénarii en production d'un aérogénérateur

D.3.1 Introduction aux scénarii de vérification

Le présent article donne des exemples d'application des trois couches du modèle d'informations défini dans le présent document. Elle présente les méthodes de calcul des différents indicateurs de disponibilité en production d'un aérogénérateur conformément à l'Annexe C.

Les exemples montrent les conflits possibles lorsque la production d'énergie réelle n'est pas égale à la production d'énergie potentielle. Les exemples suggèrent d'éventuelles attributions de perte en fonction des conditions contractuelles possibles. Les conditions suivantes s'appliquent à l'ensemble des scénarii décrits ci-après.

- L'aérogénérateur produit par hypothèse 100 kWh ou 0 kWh (fourniture de service potentiel) pendant la période considérée, selon le scénario.
- Chaque scénario représente un segment de temps de 10 min.

Par nature, la mesure de la courbe de puissance et le calcul de la production d'énergie potentielle présentent un certain degré d'incertitude. Dans ces scénarios, l'utilisateur et le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur conviennent d'accepter l'incertitude pour éviter toute controverse concernant l'écart entre la production d'énergie réelle et potentielle. Sinon, il est nécessaire de vérifier le plus vraisemblablement la courbe de puissance et/ou le modèle de calcul pour déterminer si la production est perdue ou pas.

D.3.2 Scénarii pour la catégorie RENDEMENT TOTAL

Tableau D.8 – RENDEMENT TOTAL: par définition, la production d'énergie réelle est égale à la production d'énergie potentielle

Exemple	Catégorie d'informations (couche 1) (10 min)	Circonstance	Production réelle (couche 2) (kWh) [mesurée]	Production potentielle (couche 3) (kWh)	Production perdue (kWh)	Note explicative
1	RENDEMENT TOTAL	L'énergie éolienne correspondant à la puissance assignée est disponible sur l'ensemble de la période.	100	100	Zéro par définition	

L'exemple du Tableau D.8 est un scénario idéal. L'utilisateur et le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur sont satisfaits par le rendement total de l'aérogénérateur. Par définition, il n'y a pas de perte de production.

Tableau D.9 – RENDEMENT TOTAL: la production d'énergie réelle est inférieure à la production d'énergie potentielle, mais est dans les limites de l'incertitude convenue

Exemple	Catégorie d'informations (couche 1) (10 min)	Circonstance	Production réelle (couche 2) (kWh) [mesurée]	Production potentielle (couche 3) (kWh)	Production perdue (kWh)	Note explicative
2	RENDEMENT TOTAL	L'énergie éolienne correspondant à la puissance assignée est disponible sur l'ensemble de la période. Toutefois, la production d'énergie réelle pendant la période est de 95 kWh au lieu de 100 kWh.	95	100	Zéro par définition	L'utilisateur de l'aérogénérateur peut penser que la courbe de puissance présente un rendement inférieur de 5 %. Le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur peut penser que l'estimation du modèle de calcul est supérieure de 5 %. Une autre possibilité est que le rendement de l'aérogénérateur est dégradé en cas de contamination ou d'accumulation de glace sur les pales.

En l'absence d'accord concernant les paramètres d'incertitude, il est nécessaire de prendre en compte la production perdue en RENDEMENT TOTAL et la catégorie d'informations peut passer de RENDEMENT TOTAL à RENDEMENT PARTIEL.

Dans le scénario du Tableau D.9, au moins quatre exemples de controverses sont possibles:

- l'utilisateur de l'aérogénérateur peut penser que la courbe de puissance présente un rendement inférieur de 5 %;
- le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur peut penser que l'estimation du modèle de calcul est supérieure de 5 %, la production d'énergie potentielle étant donc de 95 kWh et qu'il n'y a aucune perte de production;
- le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur peut avoir des doutes concernant la propreté des pales. Si l'utilisateur/utilisatrice de l'aérogénérateur a la responsabilité de veiller à la propreté des pales, la perte de production lui revient également;
- le rendement de l'aérogénérateur peut être dégradé en raison de l'accumulation de glace sur les pales. Si l'utilisateur/utilisatrice de l'aérogénérateur a accepté le risque de glace sur les pales, la perte de production lui revient.

Tableau D.10 – RENDEMENT TOTAL: production d'énergie réelle supérieure à la production d'énergie potentielle

Exemple	Catégorie d'informations (couche 1) (10 min)	Circonstance	Production réelle (couche 2) (kWh) [mesurée]	Production potentielle (couche 3) (kWh)	Production perdue (kWh)	Note explicative
3	RENDEMENT TOTAL	L'énergie éolienne correspondant à la puissance assignée est disponible sur l'ensemble de la période. Toutefois, la production d'énergie réelle est de 103 kWh au lieu de 100 kWh.	103	100	Zéro par définition	L'utilisateur de l'aérogénérateur peut penser que la déclaration de la courbe de puissance est inférieure de 3 %. Par ailleurs, le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur peut penser que l'estimation du modèle de calcul est supérieure de 3 %.

Dans le scénario du Tableau D.10, au moins les deux exemples suivants de controverses sont possibles:

- l'utilisateur de l'aérogénérateur peut penser que la déclaration de la courbe de puissance est inférieure de 3 %;
- le fournisseur de maintenance de l'aérogénérateur peut penser que l'estimation du modèle de calcul est inférieure de 3 %, la production d'énergie potentielle étant donc de 103 kWh et qu'il n'y a aucune perte de production.

D.3.3 Scénarii pour la catégorie RENDEMENT PARTIEL

Tableau D.11 – RENDEMENT PARTIEL – réduit: contraintes sur le réseau

Exemple	Catégorie d'informations (couche 1) (10 min)	Circonstance	Production réelle (couche 2) (kWh) [mesurée]	Production potentielle (couche 3) (kWh)	Production perdue (kWh)	Note explicative
4	RENDEMENT PARTIEL – réduit	En raison de contraintes sur le réseau, la sortie de l'aérogénérateur est limitée à 75 kWh. L'énergie éolienne correspondant à la puissance assignée est disponible sur l'ensemble de la période.	75	100	25	L'ensemble de la perte de production est attribué à l'opérateur du réseau, même si d'un point de vue financier, il/elle peut ne pas la compenser.

Le scénario du Tableau D.11 présente une situation de contraintes sur le réseau. Dans ce cas, la sortie de l'aérogénérateur est contrainte uniquement par l'opérateur du réseau qui ordonne un changement de valeur de consigne, toute la perte de production étant due à la contrainte sur le réseau.