



IEC 61400-26-1

Edition 1.0 2019-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Systemes 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 WEGS 1 to n	93
Figure E.2	– Step 2: Estimation of lost production for WEGS 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

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.

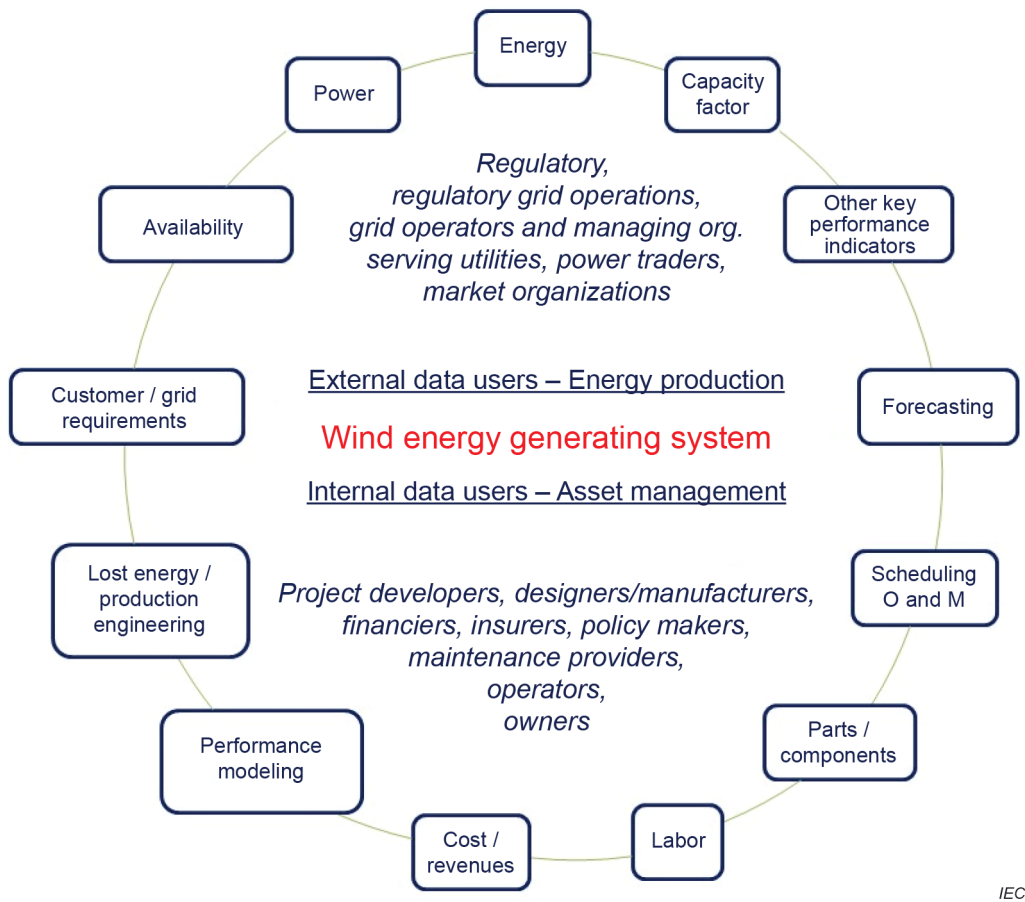
The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- 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.



IEC

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.

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*

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.

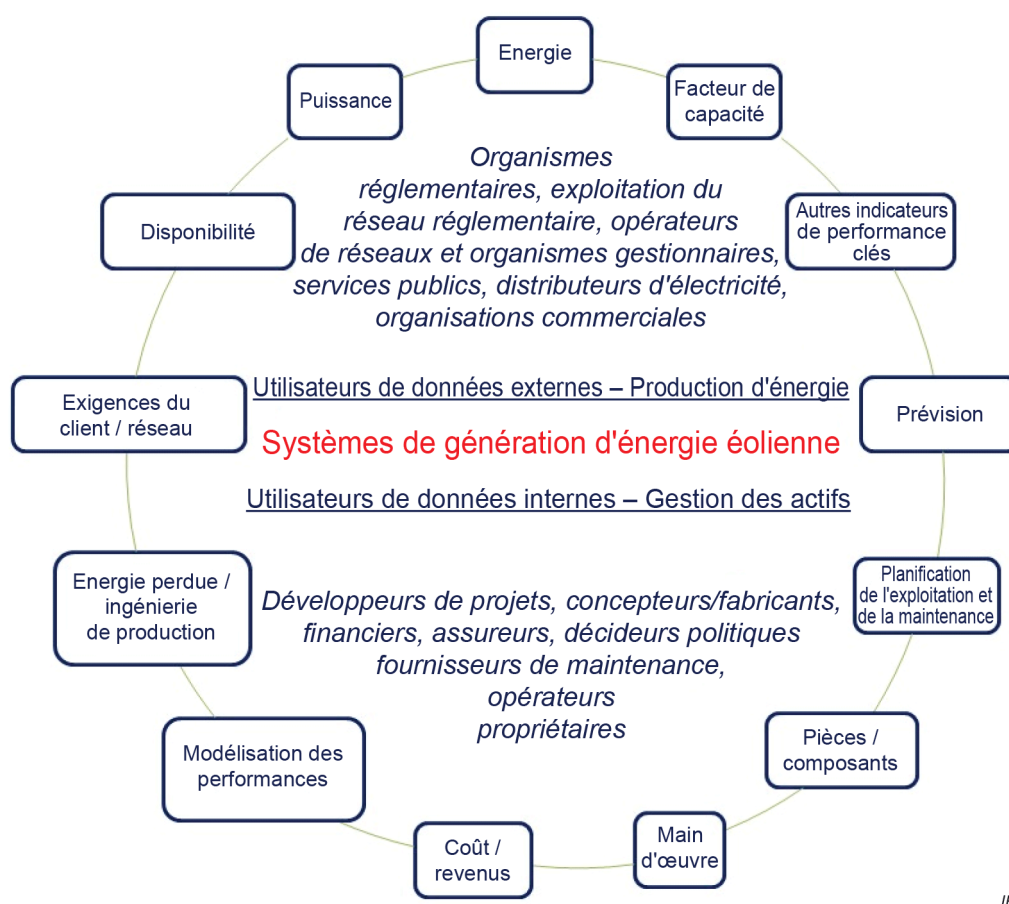


Figure 1 – Acteurs intervenant dans l'échange de données dans le cadre d'un système de génération d'énergie éolienne

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.

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)