



IEC 61400-3-2

Edition 1.0 2025-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Wind energy generation systems –
Part 3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines**

**Systèmes de génération d'énergie éolienne –
Partie 3-2: Exigences de conception des éoliennes en mer flottantes**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.180

ISBN 978-2-8322-9825-1

**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.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	14
4 Symbols, units and abbreviated terms	26
4.1 General.....	26
4.2 Symbols and units.....	26
4.3 Abbreviated terms.....	27
5 Principal elements	28
5.1 General.....	28
5.2 Design methods.....	28
5.3 Safety level for FOWT.....	30
5.4 Safety classes for RNA and tower.....	30
5.5 Quality assurance	30
5.6 Rotor–nacelle assembly markings.....	30
5.7 Support structure markings	31
6 External conditions – definition and assessment.....	31
6.1 General.....	31
6.2 Wind turbine classes.....	31
6.3 Definition of external conditions at a FOWT site.....	32
6.3.1 General	32
6.3.2 Wind conditions	32
6.3.3 Marine conditions	33
6.3.4 Electrical power network conditions	40
6.3.5 Other environmental conditions	40
6.4 Assessment of external conditions at a FOWT site.....	41
6.4.1 General	41
6.4.2 The metocean database	41
6.4.3 Assessment of wind conditions	42
6.4.4 Assessment of marine conditions.....	44
6.4.5 Assessment of other environmental conditions	48
6.4.6 Assessment of electrical network conditions	49
6.4.7 Assessment of soil conditions.....	49
7 Structural design	50
7.1 General.....	50
7.2 Design methodology	51
7.3 Loads.....	51
7.3.1 General	51
7.3.2 Gravitational and inertial loads	51
7.3.3 Aerodynamic loads	51
7.3.4 Actuation loads.....	51
7.3.5 Hydrodynamic loads	52
7.3.6 Sea/lake ice loads	52
7.3.7 Other loads.....	52
7.4 Design situations and load cases	53

7.4.1	General	53
7.4.2	Power production (DLC 1.1 to 1.6).....	63
7.4.3	Power production plus occurrence of fault or loss of electrical network connection (DLC 2.1 – 2.6).....	64
7.4.4	Start up (DLC 3.1 to 3.3).....	66
7.4.5	Normal shutdown (DLC 4.1 to 4.3).....	67
7.4.6	Emergency stop (DLC 5.1).....	68
7.4.7	Parked (standstill or idling) (DLC 6.1 to 6.5)	68
7.4.8	Parked plus fault conditions (DLC 7.1 and 7.2)	69
7.4.9	Transport, assembly, maintenance and repair (DLC 8.1 to 8.4).....	70
7.4.10	Redundancy check and damage stability (DLC F1.1 to F2.3)	74
7.5	Load and load effect calculations	75
7.5.1	General	75
7.5.2	Relevance of hydrodynamic loads.....	75
7.5.3	Calculation of hydrodynamic loads.....	76
7.5.4	Calculation of sea/lake ice loads.....	77
7.5.5	Overall damping assessment for support structure response evaluations.....	77
7.5.6	Simulation requirements	78
7.5.7	Other requirements.....	82
7.6	Limit state analysis	83
7.6.1	Method	83
7.6.2	Ultimate strength analysis.....	86
7.6.3	Fatigue analysis	87
7.6.4	Serviceability analysis	88
8	Control system	89
9	Mechanical systems	90
10	Electrical system	91
11	Anchor design	91
12	Assembly, transport and installation	91
12.1	General.....	91
12.2	Planning	92
12.3	Environmental conditions	92
12.4	Documentation.....	92
12.5	Transport, receiving, handling and storage	93
13	Commissioning, operation and maintenance	93
13.1	General.....	93
13.2	Design requirements for safe operation, inspection and maintenance	93
13.3	Commissioning	94
13.3.1	General	94
13.3.2	Energization	95
13.3.3	Commissioning tests.....	95
13.3.4	Records.....	95
13.3.5	Post commissioning activities	95
13.4	Operator's instruction manual	95
13.4.1	General	95
13.4.2	Instructions for operations and maintenance record	96
13.4.3	Instructions for unscheduled automatic shutdown	96
13.4.4	Instructions for diminished reliability	96

13.4.5	Work procedures plan	96
13.4.6	Emergency procedures plan	97
13.5	Maintenance manual	97
14	Stationkeeping systems	98
14.1	General	98
14.2	Catenary, semi-taut or taut stationkeeping systems	98
14.3	Tendon systems	99
14.4	Synthetic mooring	99
14.5	Stationkeeping system hardware	99
14.6	Dynamic power cable	99
15	Floating stability	100
15.1	General	100
15.2	Intact static stability criteria	101
15.3	Quasi static evaluation	101
15.4	Dynamic response evaluation	102
15.5	Damage stability criteria	102
16	Materials	103
17	Marine support systems	103
17.1	General	103
17.2	Bilge system	103
17.3	Ballast system	103
Annex A (informative)	Key design parameters for a floating offshore wind turbine (FOWT)	104
A.1	Floating offshore wind turbine (FOWT) identifiers	104
A.1.1	General	104
A.1.2	Rotor nacelle assembly (machine) parameters	104
A.1.3	Support structure parameters	105
A.1.4	Wind conditions (based on a 10-min reference period and including wind farm wake effects where relevant)	105
A.1.5	Marine conditions (based on a 3-hour reference period where relevant)	106
A.1.6	Electrical network conditions at turbine	107
A.2	Other environmental conditions	107
A.3	Limiting conditions for transport, installation and maintenance	108
Annex B (informative)	Guidance on calculation of hydrodynamic loads	109
B.1	General	109
B.2	Morison's equation	109
B.3	Diffraction and radiation theory	109
B.4	Slam loading	110
B.5	Vortex-induced vibrations and motions	110
B.6	Appurtenances and marine growth	111
B.7	Global analysis and fatigue analysis methods	111
B.8	Breaking wave loads	112
B.9	Air gap	112
Annex C (informative)	Floating offshore wind turbine (FOWT) anchor design	113
Annex D (informative)	Statistical extrapolation of operational metocean parameters for ultimate strength analysis	114
D.1	General	114
D.2	Use of IFORM to determine 50-yr significant wave height conditional on mean wind speed	114

- D.3 Examples of joint distributions of V and H_S and approximations to the environmental contour 116
- D.4 Choice of sea state duration 118
- D.5 Determination of the extreme individual wave height to optionally be embedded in SSS 119
- Annex E (informative) Corrosion protection 120
 - E.1 General 120
 - E.2 The marine environment 120
 - E.3 Corrosion protection considerations 121
 - E.4 Corrosion protection systems – Support structures 121
 - E.5 Corrosion protection in the rotor-nacelle assembly 122
- Annex F (informative) Prediction of extreme wave heights during tropical cyclones 123
 - F.1 General 123
 - F.2 Wind field estimation for tropical cyclones 123
 - F.3 Wave estimation for tropical cyclones 124
- Annex G (informative) Recommendations for alignment of safety levels in tropical cyclone regions 125
 - G.1 General 125
 - G.2 Global robustness level criteria 125
 - G.3 Design load cases 125
- Annex H (informative) Earthquakes 127
- Annex I (informative) Model tests 128
- Annex J (informative) Tsunamis 131
 - J.1 General 131
 - J.2 Numerical model of tsunami [51], [52] 131
 - J.3 Evaluation of variance of water surface elevation and current velocity [5] 134
- Annex K (informative) Redundancy of stationkeeping system 135
- Annex L (informative) Differing limit state methods in IEC and ISO standards 136
- Annex M (informative) Application of load and load effect logic to floating substructure design 138
 - M.1 General 138
 - M.2 Typical load computation setups 138
 - M.3 Applied example 139
- Annex N (informative) Guidance on simulation length and associated parameters 140
 - N.1 General considerations 140
 - N.1.1 General 140
 - N.1.2 Initial transient time 140
 - N.1.3 Low-frequency dynamics sampling 140
 - N.1.4 Reference period 140
 - N.2 Simulations for fatigue limit state analysis 141
 - N.2.1 General 141
 - N.2.2 Response variance and reference period 141
 - N.2.3 Statistical convergence of damage 141
 - N.3 Simulations for extreme limit state analysis 141
 - N.3.1 General 141
 - N.3.2 Characteristic extreme consistency with the reference period 142
 - N.3.3 Characteristic value variability 142

Annex O (informative) Estimation of wave directional spreading by long wave method / single point measurement	143
O.1 Background.....	143
O.2 Linear free-wave extraction.....	144
O.3 Second-order calculation	144
Annex P (informative) Direction spreading function	146
Annex Q (informative) Concrete structures design	147
Q.1 General.....	147
Q.2 Design load cases.....	147
Q.2.1 Limit states in reinforced concrete design	147
Q.2.2 ULS, ALS and FLS load cases.....	148
Q.2.3 SLS load cases.....	148
Q.2.4 Load factors	148
Q.3 Design criteria	149
Q.3.1 Material factors.....	149
Q.3.2 ULS, ALS, FLS verifications.....	149
Q.3.3 SLS: Watertightness verification	150
Q.3.4 SLS: Crack-opening verification.....	150
Q.3.5 SLS: Limitation of stresses	150
Annex R (informative) Relationship between peak wave period and significant wave height in the sea areas affected by swell.....	151
R.1 General.....	151
R.2 Relationship between wave height and wave period in the sea areas affected by swell	151
Annex S (informative) Application of damage stability criteria	152
S.1 Objective	152
S.2 Scenario of loss of floating stability.....	152
S.3 Flow of application of new damage stability criteria	152
S.4 Definition of target probability of failure (PS).....	153
S.5 Definition of collision probability (P1)	154
S.6 Definition of total loss probability by ship collision (P2)	156
S.6.1 Concept of estimation of P2 and PT.....	156
S.6.2 Simplification of FEM analysis	156
S.6.3 Estimation of P2 by limit curve.....	158
S.7 Additional countermeasure to reduce P2.....	159
Bibliography.....	160
Figure 1 – Parts of a floating offshore wind turbine (FOWT).....	16
Figure 2 – Rigid-body motion degrees of freedom of a floating substructure; <i>illustration by Alfred Hicks, National Renewable Energy Laboratory</i>	17
Figure 3 – Design process for a floating offshore wind turbine (FOWT).....	29
Figure 4 – Definition of water levels	38
Figure 5 – Top-down view of nacelle yaw and nacelle yaw misalignment in a simulation	62
Figure 6 – The two approaches to calculate the design load effect.....	84
Figure D.1 – Example of the construction of the 50-year environmental contour for a 3-hour sea state duration	115
Figure J.1 – The calculated result of Equation (J.8)	133

Figure M.1 – Example of load and load effect workflow for a hybrid "beams" and "nodes" floating substructure model setup	139
Figure O.1 – A typical 60-min (full-scale) time history spectrum with $H_s = 6,18$ m and $T_p = 10,36$ s recorded at the Ocean Engineering Wide Tank, University of Ulsan, Korea (South)	143
Figure R.1 – The relationship between significant wave height and significant wave period based on the measurement at Fukushima offshore site [2]	151
Figure S.1 – Concept flow of application of new damage stability criteria	153
Figure S.2 – Concept image of the approaching frequency	155
Figure S.3 – Concept of estimation of P2 and PT in a strict way	156
Figure S.4 – Concept of a limit curve	158
Figure S.5 – Concept of the probability of total loss probability by ship collision.....	158
Table 1 – Conversion between extreme wind speeds of different averaging periods.....	42
Table 2 – Design load cases	56
Table 3 – Safety factor for yield stress	87
Table G.1 – Additional load cases for tropical cyclone affected regions	126
Table L.1 – Mapping of limit states in ISO 19904-1 Table 4 and load cases from IEC 61400-3-2	137
Table Q.1 – Partial factors γ_F for actions for different limit states	149
Table Q.2 – Material factors γ_m for different limit states and materials	149
Table Q.3 – Allowable crack-width for different exposure zones	150
Table S.1 – Annual reliability of offshore structures	154

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WIND ENERGY GENERATION SYSTEMS –

Part 3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines

FOREWORD

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

IEC 61400-3-2 has been prepared by IEC technical committee 88: Wind energy generation systems. It is an International Standard.

This first edition cancels and replaces IEC TS 61400-3-2, published in 2019. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC TS 61400-3-2:

- a) The relevant contents of IEC 61400-3-1 have been migrated into IEC 61400-3-2, making IEC 61400-3-2 a self-standing document that does not have to be read directly in conjunction with IEC 61400-3-1.

- b) Several modifications have been made regarding metocean conditions in Clause 6 considering the nature of FOWT and the offshore site where FOWT will be installed, including: (1) the importance of wave directional spreading has been highlighted as it may result in larger loads for FOWT, including the addition of the new informative Annex O and Annex P and (2) the characteristic of swell has been explained, which may be relevant for some FOWT projects, including the addition of new informative Annex R regarding the characteristic of swell.
- c) Subclauses 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 and 7.5 have been changed to include a revised DLC table and its related descriptions, including amongst others updated requirements on directionality, wave conditions, redundancy check and damage stability cases, and a robustness check case; further updates are made related to guidance and necessities provided on load calculations and simulation requirements.
- d) Subclause 7.6 has been updated with guidance on fatigue assessment along with clarifications on serviceability analysis and the applicable material for WSD; related Annex L has been updated and a new Annex M has been added for clarification of the safety factors and load and load effect approach for floating substructures.
- e) The concept of floater control system that will interact with the wind turbine controller has been introduced in Clause 8.
- f) Clause 11 has been renamed from "Foundation and substructure design" to "Anchor design" and requirements for the transient conditions have been added.
- g) A more detailed clause regarding concrete design has been added to Clause 16 together with an informative Annex Q.
- h) Clause 15 has been updated with the aim to improve ease of use, using experience from oil and gas and considering unique wind turbine characteristics; updates included guidance for TLPs, damage stability, dynamic stability, testing and the addition for Annex S regarding how to analyse collision probability.

This International Standard is to be read in conjunction with IEC 61400-1, *Wind energy generation systems – Part 1: Design requirements*.

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

Draft	Report on voting
88/1028/FDIS	88/1050/RVD

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.

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

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

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

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

INTRODUCTION

This part of IEC 61400 outlines the minimum design requirements for floating offshore wind turbines (FOWT) and is not intended for use as a complete design specification or instruction manual.

Several different parties may be responsible for undertaking the various elements of the design, manufacture, assembly, installation, erection, commissioning, operation and maintenance of a FOWT and for ensuring that the requirements of this document are met. The division of responsibility between these parties is a contractual matter and is outside the scope of this document.

Any of the requirements of this document may be altered if it can be suitably demonstrated that the safety of the system is not compromised. Compliance with this document does not relieve any person, organization, or corporation from the responsibility of observing other applicable regulations.

WIND ENERGY GENERATION SYSTEMS –

Part 3-2: Design requirements for floating offshore wind turbines

1 Scope

This part of IEC 61400 specifies requirements for assessment of the external conditions at a floating offshore wind turbine (FOWT) site and specifies essential design requirements to ensure the engineering integrity of FOWTs. Its purpose is to provide an appropriate level of protection against damage from all anticipated hazards during the planned lifetime.

This document focuses on the engineering integrity of the structural components of a FOWT but is also concerned with subsystems such as control and protection mechanisms, internal electrical systems and mechanical systems.

A wind turbine shall be considered as a FOWT if the floating substructure is subject to hydrodynamic loading and supported by buoyancy and a stationkeeping system. A FOWT encompasses five principal subsystems: the RNA, the tower, the floating substructure, the stationkeeping system and the onboard machinery, equipment and systems that are not part of the RNA.

The following types of floating substructures are explicitly considered within the context of this document:

- ship-shaped structures and barges,
- semi-submersibles (Semi),
- spar buoys (Spar),
- tension-leg platforms/buoys (TLP / TLB).

This document can be utilized for structural types other than listed above, but special consideration may be needed to support novel features to achieve the same target safety level. These other structures can have a great range of variability in geometry, materials and structural forms and, therefore, can be only partly covered by the requirements of this document. In other cases, specific requirements stated in this document can be found not to apply to all or part of a structure under design. In all the above cases, conformity with this document will require that the design is based upon its underpinning principles and achieves a level of safety equivalent, or superior, to the level implicit in it.

This document is applicable to unmanned floating structures with one single horizontal axis turbine. While generally applicable, additional considerations may be needed, e.g., for multi-turbine units on a single floating substructure, vertical-axis wind turbines, FOWTs with shared moorings, spinning spars, floating structures without a stationkeeping system, or combined wind/wave energy systems.

This document is to be used together with the appropriate IEC and ISO standards mentioned in Clause 2. In particular, this document is fully consistent with the requirements of IEC 61400-1. In the event of requirements that may conflict between this document and the normative references, the requirements stated in this document supersede those of the references.

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 60721 (all parts), *Classification of environmental conditions*

IEC 61400-1:2019, *Wind energy generation systems – Part 1: Design requirements*

IEC 61400-3-1, *Wind energy generation systems – Part 3-1: Design requirements for fixed offshore wind turbines*

IEC 61400-13, *Wind turbines – Part 13: Measurements of mechanical loads*

IEC 61400-15-1, *Wind energy generation systems – Part 15-1: Site suitability input conditions for wind power plants*¹

IEC 61400-24, *Wind turbines – Part 24: Lighting protection*

IEC TS 61400-30:2023, *Wind energy generation systems – Part 30: Safety of wind turbine generators – General principles for design*

ISO 2394, *General principles on reliability for structures*

ISO 2533, *Standard Atmosphere*

ISO 18692-1, *Fibre ropes for offshore stationkeeping – Part 1: General specification*

ISO 18692-2, *Fibre ropes for offshore stationkeeping – Part 2: Polyester*

ISO 18692-3, *Fibre ropes for offshore stationkeeping – Part 3: High modulus polyethylene (HMPE)*

ISO 19900, *Petroleum and natural gas industries – General requirements for offshore structures*

ISO 19901-1, *Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 1: Metocean design and operating conditions*

ISO 19901-4, *Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 4: Geotechnical and foundation design considerations*

ISO 19901-6, *Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 6: Marine operations*

ISO 19901-7, *Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 7: Stationkeeping systems for floating offshore structures and mobile offshore units*

ISO 19902, *Petroleum and natural gas industries – Fixed steel offshore structures*

¹ Under consideration. Stage at the time of publication: IEC/AFDIS 61400-15-1:2023.

ISO 19903, *Petroleum and natural gas industries – Concrete offshore structures*

ISO 19904-1, *Petroleum and natural gas industries – Floating offshore structures – Part 1: Ship-shaped, semi-submersible, spar and shallow-draught cylindrical structures*

ISO 19906, *Petroleum and natural gas industries – Arctic offshore structures*

ISO 29400, *Ships and marine technology – Offshore wind energy – Port and marine operations*

API RP 2T, *Planning, Designing, and Constructing Tension Leg Platforms*

IMO *International Code on Intact Stability*, 2008 (2008 IS CODE), 2020 Edition

IMO *2009 MODU CODE*, 2020 Edition

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	172
INTRODUCTION.....	175
1 Domaine d'application	176
2 Références normatives	177
3 Termes et définitions	178
4 Symboles, unités et abréviations	191
4.1 Généralités	191
4.2 Symboles et unités.....	191
4.3 Abréviations.....	192
5 Éléments principaux	193
5.1 Généralités	193
5.2 Méthodes de conception	193
5.3 Niveau de sécurité d'une FOWT.....	195
5.4 Classes de sécurité du RNA et du mât.....	196
5.5 Assurance qualité	196
5.6 Marquages de l'ensemble rotor-nacelle.....	196
5.7 Marquages de la structure de support	196
6 Conditions externes – Définition et évaluation	197
6.1 Généralités	197
6.2 Classes d'éoliennes	197
6.3 Définition des conditions externes sur un site de FOWT.....	198
6.3.1 Généralités.....	198
6.3.2 Conditions de vent.....	199
6.3.3 Conditions maritimes	199
6.3.4 Conditions relatives au réseau d'alimentation électrique	207
6.3.5 Autres conditions d'environnement	207
6.4 Évaluation des conditions externes sur un site de FOWT.....	208
6.4.1 Généralités.....	208
6.4.2 Base de données océano-météorologiques.....	208
6.4.3 Évaluation des conditions de vent.....	209
6.4.4 Évaluation des conditions maritimes	212
6.4.5 Évaluation d'autres conditions d'environnement.....	216
6.4.6 Évaluation des conditions du réseau électrique	218
6.4.7 Évaluation des conditions du sol.....	218
7 Conception structurelle.....	219
7.1 Généralités	219
7.2 Méthodologie conceptuelle.....	219
7.3 Charges	219
7.3.1 Généralités.....	219
7.3.2 Charges d'inertie et gravitationnelles.....	219
7.3.3 Charges aérodynamiques	220
7.3.4 Charges de manœuvre	220
7.3.5 Charges hydrodynamiques	220
7.3.6 Surcharges de glace de mer/lac.....	221
7.3.7 Autres charges	221
7.4 Situations de conception et cas de charge associés.....	222

7.4.1	Généralités	222
7.4.2	Production d'électricité (DLC 1.1 à 1.6).....	233
7.4.3	Production d'électricité et survenance de panne ou perte du raccordement au réseau électrique (DLC 2.1 – 2.6)	235
7.4.4	Démarrage (DLC 3.1 à 3.3).....	237
7.4.5	Arrêt normal (DLC 4.1 à 4.3).....	238
7.4.6	Arrêt d'urgence (DLC 5.1).....	239
7.4.7	Immobilisation (arrêt ou ralenti) (DLC 6.1 à 6.5)	239
7.4.8	Immobilisation et conditions de panne (DLC 7.1 à 7.2)	241
7.4.9	Transport, assemblage, maintenance et réparation (DLC 8.1 à 8.4).....	242
7.4.10	Contrôle de redondance et stabilité après avarie (DLC F1.1 à F2.3)	246
7.5	Calculs de charge et d'effet de charge	247
7.5.1	Généralités	247
7.5.2	Pertinence des charges hydrodynamiques	248
7.5.3	Calcul des charges hydrodynamiques	248
7.5.4	Calcul des surcharges de glace de mer/lac.....	249
7.5.5	Évaluation d'amortissement globale pour les évaluations de la réponse de la structure de support.....	250
7.5.6	Exigences de simulation	251
7.5.7	Autres exigences	255
7.6	Analyse de l'état limite	256
7.6.1	Méthode	256
7.6.2	Analyse de la résistance à la rupture	259
7.6.3	Analyse de fatigue	262
7.6.4	Analyse de l'aptitude au service.....	263
8	Système de commande	263
9	Systèmes mécaniques	265
10	Système électrique	265
11	Conception des ancres	266
12	Assemblage, transport et installation	266
12.1	Généralités	266
12.2	Planification	267
12.3	Conditions d'environnement	267
12.4	Documentation.....	267
12.5	Transport, réception, manutention et stockage.....	267
13	Mise en service, fonctionnement et maintenance	268
13.1	Généralités	268
13.2	Exigences de conception pour le fonctionnement, le contrôle et la maintenance en toute sécurité	268
13.3	Mise en service.....	269
13.3.1	Généralités	269
13.3.2	Alimentation	270
13.3.3	Essais de mise en service	270
13.3.4	Enregistrements	270
13.3.5	Activités postérieures à la mise en service	270
13.4	Manuel d'utilisation de l'opérateur.....	270
13.4.1	Généralités	270
13.4.2	Renseignements concernant les enregistrements de fonctionnement et de maintenance	271

13.4.3	Instructions pour l'arrêt automatique non programmé.....	271
13.4.4	Instructions pour une fiabilité réduite	271
13.4.5	Plan de procédures de travail	271
13.4.6	Plan de procédures d'urgence	272
13.5	Manuel de maintenance	272
14	Systèmes de maintien en position.....	273
14.1	Généralités	273
14.2	Systèmes de maintien en position caténaire, semi-tendus ou tendus.....	273
14.3	Systèmes de ligne tendue	274
14.4	Amarrage synthétique	274
14.5	Matériel du système de maintien en position	274
14.6	Câble d'alimentation dynamique.....	275
15	Stabilité de flottaison	275
15.1	Généralités	275
15.2	Critères de stabilité statique intacte	276
15.3	Évaluation quasi statique	277
15.4	Évaluation de la réponse dynamique.....	277
15.5	Critères de stabilité après avarie.....	277
16	Matériaux	278
17	Systèmes de support maritime.....	278
17.1	Généralités	278
17.2	Système d'assèchement	278
17.3	Système de ballast.....	279
Annexe A (informative) Principaux paramètres de conception d'une éolienne en mer flottante (FOWT).....		280
A.1	Identificateurs d'éolienne en mer flottante (FOWT).....	280
A.1.1	Généralités	280
A.1.2	Paramètres de l'ensemble rotor-nacelle (machine)	280
A.1.3	Paramètres de la structure de support	281
A.1.4	Conditions de vent (fondées sur une période de référence de 10 min et incluant les effets de sillage dans le parc éolien, le cas échéant).....	281
A.1.5	Conditions maritimes (fondées sur une période de référence de 3 h, le cas échéant).....	282
A.1.6	Conditions du réseau électrique sur le site de l'éolienne.....	283
A.2	Autres conditions d'environnement.....	283
A.3	Conditions aux limites pour le transport, l'installation et la maintenance.....	284
Annexe B (informative) Recommandations relatives au calcul des charges hydrodynamiques.....		285
B.1	Généralités	285
B.2	Équation de Morison	285
B.3	Théorie de la diffraction et de la radiation	285
B.4	Charge de tossage.....	286
B.5	Vibrations et mouvements induits par les tourbillons	286
B.6	Équipements accessoires et concrétions marines	287
B.7	Méthodes d'analyse globale et d'analyse de fatigue	287
B.8	Charges de vagues déferlantes.....	288
B.9	Espace libre dans l'air.....	288
Annexe C (informative) Conception des ancres de l'éolienne en mer flottante (FOWT)		289

Annexe D (informative) Extrapolation statistique des paramètres océano-météorologiques opérationnels pour l'analyse de résistance ultime.....	290
D.1 Généralités	290
D.2 Utilisation de l'IFORM pour déterminer la hauteur des vagues significatives au cours d'une période de 50 ans en fonction de la vitesse moyenne du vent	291
D.3 Exemples de distributions conjointes de V et H_S et approximations du contour d'environnement.....	293
D.4 Choix de la durée de l'état de mer.....	295
D.5 Détermination de la hauteur extrême de vague individuelle à intégrer éventuellement à l'état de mer SSS	296
Annexe E (informative) Protection contre la corrosion.....	297
E.1 Généralités	297
E.2 L'environnement marin.....	297
E.3 Considérations relatives à la protection contre la corrosion.....	298
E.4 Systèmes de protection contre la corrosion – Structures de support	299
E.5 Protection contre la corrosion de l'ensemble rotor-nacelle.....	300
Annexe F (informative) Prédiction des hauteurs de vagues extrêmes lors de cyclones tropicaux.....	301
F.1 Généralités	301
F.2 Estimation du champ éolien pour les cyclones tropicaux	301
F.3 Estimation des vagues pour les cyclones tropicaux.....	302
Annexe G (informative) Recommandations pour l'alignement des niveaux de sécurité dans les régions de cyclones tropicaux.....	303
G.1 Généralités	303
G.2 Critères de niveau de solidité global	303
G.3 Cas de charge pour la conception.....	303
Annexe H (informative) Séismes	305
Annexe I (informative) Essais sur modèles.....	306
Annexe J (informative) Tsunamis	309
J.1 Généralités	309
J.2 Modèle numérique du tsunami [51], [52].....	309
J.3 Évaluation de la variance de la hauteur de la surface de l'eau et de la vitesse du courant [5].....	312
Annexe K (informative) Redondance du système de maintien en position	313
Annexe L (informative) Différence des méthodes d'état limite dans les normes IEC et ISO 314	
Annexe M (informative) Application de la logique de charges et d'effets de charge à la conception des sous-structures flottantes	316
M.1 Généralités	316
M.2 Configurations types pour le calcul des charges.....	316
M.3 Exemple appliqué	317
Annexe N (informative) Recommandations relatives à la durée de simulation et aux paramètres associés.....	319
N.1 Considérations générales	319
N.1.1 Généralités.....	319
N.1.2 Temps transitoire initial	319
N.1.3 Échantillonnage de la dynamique à basse fréquence	319
N.1.4 Période de référence	320
N.2 Simulations pour l'analyse de l'état limite de fatigue	320
N.2.1 Généralités	320

N.2.2	Variance de réponse et période de référence.....	320
N.2.3	Convergence statistique des dommages.....	320
N.3	Simulations pour l'analyse des états limites extrêmes.....	321
N.3.1	Généralités.....	321
N.3.2	Cohérence de la valeur extrême caractéristique (EC) avec la période de référence.....	321
N.3.3	Variabilité de la valeur caractéristique.....	322
Annexe O (informative) Estimation de la propagation directionnelle des vagues par la méthode des vagues longues ou le mesurage en un point unique.....		323
O.1	Contexte.....	323
O.2	Extraction des vagues libres linéaires.....	324
O.3	Calcul du second ordre.....	324
Annexe P (informative) Fonction de propagation directionnelle.....		326
Annexe Q (informative) Conception des structures en béton.....		327
Q.1	Généralités.....	327
Q.2	Cas de charge pour la conception.....	327
Q.2.1	États limites dans la conception du béton armé.....	327
Q.2.2	Cas de charge pour ULS, ALS et FLS.....	328
Q.2.3	Cas de charge pour SLS.....	328
Q.2.4	Facteurs de charge.....	328
Q.3	Critères de conception.....	329
Q.3.1	Facteurs de matériaux.....	329
Q.3.2	Vérifications des ULS, ALS, FLS.....	329
Q.3.3	SLS: vérification de l'étanchéité à l'eau.....	330
Q.3.4	SLS: vérification de l'ouverture des fissures.....	330
Q.3.5	SLS: limitation des contraintes.....	330
Annexe R (informative) Relation entre la période de pic des vagues et la hauteur des vagues significatives dans les zones maritimes affectées par la houle.....		331
R.1	Généralités.....	331
R.2	Relation entre la hauteur des vagues et la période des vagues dans les zones maritimes affectées par la houle.....	331
Annexe S (informative) Application des critères de stabilité après avarie.....		332
S.1	Objectif.....	332
S.2	Scénario de perte de stabilité de flottaison.....	332
S.3	Déroulement de l'application des nouveaux critères de stabilité après avarie.....	332
S.4	Définition de la probabilité de défaillance cible (PS).....	334
S.5	Définition de la probabilité de collision (P1).....	334
S.6	Définition de la probabilité de perte totale par collision de navires (P2).....	336
S.6.1	Concept d'estimation de P2 et PT.....	336
S.6.2	Simplification de l'analyse FEM.....	337
S.6.3	Estimation de P2 par la courbe limite.....	339
S.7	Contre-mesures supplémentaires pour réduire la probabilité P2.....	340
Bibliographie.....		341
Figure 1 – Parties d'une éolienne en mer flottante (FOWT).....		181
Figure 2 – Degrés de liberté de mouvement d'un corps rigide d'une sous-structure flottante; <i>représentation graphique par Alfred Hicks du National Renewable Energy Laboratory (Laboratoire national des énergies renouvelables)</i>		182
Figure 3 – Processus de conception d'une éolienne en mer flottante (FOWT).....		195

Figure 4 – Définition des niveaux d'eau.....	205
Figure 5 – Vue de haut en bas du lacet de la nacelle et du désalignement du lacet de la nacelle dans une simulation	233
Figure 6 – Deux approches pour calculer l'effet de charge pour la conception	258
Figure D.1 – Exemple de construction du contour d'environnement au cours d'une période de 50 ans pour une durée de l'état de mer de 3 h.....	292
Figure J.1 – Résultat calculé de l'Équation (J.8)	311
Figure M.1 – Exemple de flux de travail de charge et d'effet de charge pour une configuration de modèle hybride "poutres" et "nœuds" de la sous-structure flottante.....	317
Figure O.1 – Spectre chronologique type de 60 min (pleine échelle) avec $H_s = 6,18$ m et $T_p = 10,36$ s enregistré à l'Ocean Engineering Wide Tank, Université d'Ulsan, Corée du Sud.....	323
Figure R.1 – Relation entre la hauteur des vagues significatives et la période des vagues significatives fondée sur le mesurage au site en mer de Fukushima [2]	331
Figure S.1 – Schéma conceptuel d'application des nouveaux critères de stabilité après avarie	333
Figure S.2 – Image conceptuelle de la fréquence d'approche.....	335
Figure S.3 – Concept d'estimation stricte de P2 et PT.....	337
Figure S.4 – Concept d'une courbe limite.....	338
Figure S.5 – Concept de la probabilité de perte totale par collision de navires	339
Tableau 1 – Conversion entre les vitesses de vent extrême de différentes périodes d'intégration.....	210
Tableau 2 – Cas de charge pour la conception	225
Tableau 3 – Facteur de sécurité pour la limite d'élasticité	261
Tableau G.1 – Cas de charge supplémentaires pour les régions affectées par des cyclones tropicaux	304
Tableau L.1 – Correspondance des états limites du Tableau 4 de l'ISO 19904-1 et des cas de charge de l'IEC 61400-3-2	315
Tableau Q.1 – Facteurs partiels γ_F pour des actions pour différents états limites.....	329
Tableau Q.2 – Facteurs de matériaux γ_m pour différents états limites et matériaux.....	329
Tableau Q.3 – Largeur de fissure admissible pour différentes zones d'exposition	330
Tableau S.1 – Fiabilité annuelle des structures en mer	334

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE –

Partie 3-2: Exigences de conception des éoliennes en mer flottantes

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 61400-3-2 a été établie par le comité d'études 88 de l'IEC: Systèmes de génération d'énergie éolienne. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette première édition annule et remplace l'IEC TS 61400-3-2 parue en 2019. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'IEC TS 61400-3-2:

- a) le contenu pertinent de l'IEC 61400-3-1 a été transféré dans l'IEC 61400-3-2, faisant de l'IEC 61400-3-2 un document autonome qui ne doit pas être lu directement conjointement avec l'IEC 61400-3-1;
- b) plusieurs modifications ont été apportées concernant les conditions océano-météorologiques spécifiées à l'Article 6 en prenant en compte la nature de la FOWT et le site en mer sur lequel la FOWT est installée, notamment: (1) l'importance de la propagation directionnelle des vagues a été soulignée, car elle peut entraîner des charges plus importantes pour la FOWT, y compris l'ajout des nouvelles Annexe O et Annexe P informatives, et (2) la caractéristique de la houle a été expliquée, ce qui peut être pertinent pour certains projets FOWT, y compris l'ajout d'une nouvelle Annexe R informative concernant la caractéristique de la houle;
- c) les 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 et 7.5 ont été modifiés pour inclure un tableau de DLC (*Design Load Case*, cas de charge pour la conception) révisé et ses descriptions associées, y compris, entre autres, des exigences mises à jour sur la directionnalité, les conditions de vagues, les cas de contrôle de redondance et de stabilité après avarie, et un cas de contrôle de solidité; d'autres mises à jour sont effectuées concernant les recommandations et les éléments nécessaires fournis sur les calculs de charge et les exigences de simulation;
- d) le 7.6 a été mis à jour avec des recommandations relatives à l'évaluation de la fatigue ainsi que des clarifications sur l'analyse de l'aptitude au service et le matériel applicable pour le WSD. L'Annexe L connexe a été mise à jour et une nouvelle Annexe M a été ajoutée pour la clarification des facteurs de sécurité et l'approche de charge et d'effet de charge pour les sous-structures flottantes;
- e) le concept de système de commande de flotteur qui interagit avec le régulateur de l'éolienne a été introduit à l'Article 8;
- f) l'Article 11 "Conception de la fondation et de la sous-structure" a été renommé en "Conception des ancres" et des exigences relatives aux conditions transitoires ont été ajoutées;
- g) un article plus détaillé sur la conception du béton a été ajouté à l'Article 16 ainsi qu'une Annexe Q informative;
- h) l'Article 15 a été mis à jour dans le but d'améliorer la facilité d'utilisation, en utilisant l'expérience du pétrole et du gaz et en prenant en compte les caractéristiques uniques des éoliennes. Les mises à jour comprenaient des recommandations pour les TLP, la stabilité après avarie, la stabilité dynamique, les essais et l'ajout de l'Annexe S concernant la manière d'analyser la probabilité de collision.

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec l'IEC 61400-1, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 1: Exigences de conception*.

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

Projet	Rapport de vote
88/1028/FDIS	88/1050/RVD

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.

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2; elle a été développée selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

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

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 61400 expose les exigences minimales de conception des éoliennes en mer flottantes (FOWT, *Floating Offshore Wind Turbines*) et n'est pas conçue pour servir de spécification intégrale de conception ou de manuel d'utilisation.

Plusieurs parties différentes peuvent être responsables de la prise en charge des différents éléments de la conception, de la fabrication, de l'assemblage, de l'installation, du montage, de la mise en service, de l'exploitation et de la maintenance d'une éolienne en mer flottante (FOWT), ainsi que de l'assurance que les exigences du présent document sont respectées. La division de responsabilité entre ces parties relève de questions contractuelles, et ne relève pas du domaine d'application du présent document.

Toute exigence du présent document peut être modifiée s'il peut être démontré de manière adéquate que la sécurité du système n'est pas compromise. La conformité au présent document ne dégage pas toute personne, organisation ou personne morale de sa responsabilité d'observer d'autres réglementations applicables.

SYSTÈMES DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE –

Partie 3-2: Exigences de conception des éoliennes en mer flottantes

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61400 spécifie des exigences d'évaluation des conditions externes sur un site d'éoliennes en mer flottantes (FOWT), ainsi que les exigences essentielles de conception, afin d'assurer l'intégrité technique des FOWT. Elle a pour objet de fournir un niveau de protection approprié contre les dommages provoqués par tous les dangers prévus pendant la durée de vie prévue.

Le présent document se concentre sur l'intégrité technique des composants structurels d'une FOWT, mais concerne également les sous-systèmes, tels que les mécanismes de commande et de protection, les systèmes électriques internes et les systèmes mécaniques.

Une éolienne doit être considérée comme une FOWT lorsque la sous-structure flottante est soumise à une charge hydrodynamique et soutenue par la flottabilité et un système de maintien en position. Une FOWT englobe cinq sous-systèmes principaux: le RNA (*Rotor-Nacelle Assembly*, ensemble rotor-nacelle), le mât, la sous-structure flottante, le système de maintien en position et les machines, équipements et systèmes embarqués qui ne font pas partie du RNA.

Les types suivants de sous-structures flottantes sont pris en compte de manière explicite dans le contexte du présent document:

- structures en forme de navire et barges;
- structures semi-submersibles (Semi);
- bouées à spar (Spar);
- plateformes/bouées à lignes tendues (TLP/TLB, *Tension-Leg Platforms/Buoys*).

Le présent document peut être utilisé pour des types de structures autres que ceux énumérés ci-dessus. Cependant, une attention particulière peut être nécessaire pour prendre en charge de nouvelles caractéristiques afin d'atteindre le même niveau de sécurité cible. Ces autres structures peuvent avoir une grande variabilité de configuration, de matériaux et de formes structurelles et, par conséquent, ne peuvent être que partiellement couvertes par les exigences du présent document. Dans d'autres cas, les exigences spécifiques stipulées dans le présent document peuvent s'avérer ne pas s'appliquer à tout ou partie d'une structure en cours de conception. Dans tous les cas ci-dessus, la conformité au présent document exige que la conception repose sur ses principes sous-jacents et atteigne un niveau de sécurité équivalent ou supérieur au niveau implicite de la conception.

Le présent document s'applique aux structures flottantes non habitées avec une seule éolienne à axe horizontal. Bien qu'elles soient généralement applicables, des considérations supplémentaires peuvent être nécessaires, par exemple, pour les unités à plusieurs éoliennes installées sur une seule sous-structure flottante, les éoliennes à axe vertical, les FOWT avec amarrages partagés, les spars tournants, les structures flottantes sans système de maintien en position ou les systèmes combinés d'énergie éolienne/houlomotrice.

Le présent document est à utiliser avec les normes IEC et ISO appropriées mentionnées à l'Article 2. En particulier, le présent document est totalement cohérent avec les exigences de l'IEC 61400-1. Lorsque des exigences du présent document peuvent être en contradiction avec celles des références normatives, les exigences stipulées dans le présent document prévalent sur celles des références normatives.

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 60721 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement*

IEC 61400-1:2019, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 1: Exigences de conception*

IEC 61400-3-1, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 3-1: Exigences de conception des éoliennes en mer fixes*

IEC 61400-13, *Éoliennes – Partie 13: Mesurage des charges mécaniques*

IEC 61400-15-1, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 15-1: Conditions à remplir pour l'acceptabilité d'un site de centrale éolienne*¹

IEC 61400-24, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 24: Protection contre la foudre*

IEC TS 61400-30:2023, *Wind energy generation systems – Part 30: Safety of wind turbine generators – General principles for design* (disponible en anglais seulement)

ISO 2394, *Principes généraux de la fiabilité des constructions*

ISO 2533, *Atmosphère type*

ISO 18692-1, *Cordages en fibres pour le maintien en position des structures marines – Partie 1: Spécification générale*

ISO 18692-2, *Cordages en fibres pour le maintien en position des structures marines – Partie 2: Polyester*

ISO 18692-3, *Cordages en fibres pour le maintien en position des structures marines – Partie 3: Polyéthylène à haut module*

ISO 19900, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Exigences générales relatives aux structures en mer*

ISO 19901-1, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Exigences spécifiques relatives aux structures en mer – Partie 1: Dispositions océano-météorologiques pour la conception et l'exploitation*

¹ À l'étude. Stade au moment de la publication: IEC/AFDIS 61400-15-1:2023.

ISO 19901-4, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Exigences spécifiques relatives aux structures en mer – Partie 4: Bases conceptuelles des fondations*

ISO 19901-6, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Exigences spécifiques relatives aux structures en mer – Partie 6: Opérations marines*

ISO 19901-7, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Exigences spécifiques relatives aux structures en mer – Partie 7: Systèmes de maintien en position des structures en mer flottantes et des unités mobiles en mer*

ISO 19902, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Structures en mer fixes en acier*

ISO 19903, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Structures en mer en béton*

ISO 19904-1, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Structures en mer flottantes – Partie 1: Unités monocoques, unités semi-submersibles et unités spars*

ISO 19906, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Structures arctiques en mer*

ISO 29400, *Navires et technologie maritime – Énergie éolienne offshore – Opérations portuaires et maritimes*

API RP 2T, *Planning, Designing, and Constructing Tension Leg Platforms*

OMI, *Recueil international de règles de stabilité à l'état intact, 2008 (CODE IS 2008), Édition 2020*

OMI, *Recueil MODU de 2009, Édition 2020*