

# PROJET DE NORME INTERNATIONALE

## IEC/DIS 61400-4

ISO/TC 60

Secrétariat: ANSI

Début de vote:  
2023-09-22

Vote clos le:  
2023-12-15

---

## Systèmes de génération d'énergie éolienne —

### Partie 4: Exigences de conception des boîtes de vitesses des éoliennes

*Wind energy generation systems —*

*Part 4: Design requirements for wind turbine gearboxes*

ICS: 27.180; 21.200

iTeh Standards  
(<https://standards.itih.ai>)  
Document Preview

IEC 61400-4

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/b46fcd60-4cc7-49b8-b1d6-49ff6c62ed16/iec-61400-4>

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

Le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité.

Ce projet est soumis à un vote parallèle à ISO et à IEC.



Numéro de référence  
IEC/DIS 61400-4:2023(F)

© IEC 2023

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

IEC 61400-4

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/b46fcd60-4cc7-49b8-b1d6-49ff6c62ed16/iec-61400-4>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2023

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse



## SOMMAIRE

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                 | 6  |
| INTRODUCTION .....                                                                 | 9  |
| 1 Domaine d'application .....                                                      | 10 |
| 2 Références normatives .....                                                      | 11 |
| 3 Termes, définitions, et conventions .....                                        | 14 |
| 3.1 Termes et définitions .....                                                    | 14 |
| 3.2 Conventions .....                                                              | 17 |
| 4 Symboles, abréviations et unités .....                                           | 20 |
| 4.1 Symboles et unités .....                                                       | 20 |
| 4.2 Abréviations .....                                                             | 22 |
| 5 Processus de conception .....                                                    | 24 |
| 5.1 Généralités .....                                                              | 24 |
| 5.2 Type de boîte de vitesses .....                                                | 24 |
| 5.3 Durée de vie théorique, durée de vie en service et fiabilité .....             | 25 |
| 5.4 Classe de composants et conséquence d'une défaillance .....                    | 26 |
| 5.5 Processus de conception .....                                                  | 26 |
| 6 Interfaces et charges des boîtes de vitesses .....                               | 29 |
| 6.1 Généralités .....                                                              | 29 |
| 6.2 Interfaces .....                                                               | 30 |
| 6.3 Charges .....                                                                  | 30 |
| 6.4 Dynamique de train d'entraînement .....                                        | 31 |
| 6.4.1 Introduction .....                                                           | 31 |
| 6.4.2 Exigences relatives au modèle .....                                          | 31 |
| 6.4.3 Analyses exigées .....                                                       | 32 |
| 6.4.4 Évaluation de l'excitabilité .....                                           | 33 |
| 6.4.5 Vérification du comportement dynamique dans l'environnement du système ..... | 33 |
| 7 Exigences en matière de conception et d'évaluation .....                         | 34 |
| 7.1 Engrenages .....                                                               | 34 |
| 7.1.1 Considérations de fiabilité .....                                            | 34 |
| 7.1.2 Calcul de la capacité de charge des engrenages .....                         | 34 |
| 7.1.3 Facteurs de charge .....                                                     | 38 |
| 7.1.4 Matériaux .....                                                              | 40 |
| 7.1.5 Exactitude .....                                                             | 40 |
| 7.1.6 Fabrication .....                                                            | 41 |
| 7.2 Paliers à éléments roulants .....                                              | 41 |
| 7.2.1 Considérations de fiabilité .....                                            | 41 |
| 7.2.2 Matériaux .....                                                              | 42 |
| 7.2.3 Considérations de conception générale .....                                  | 42 |
| 7.2.4 Exigences pour les interfaces .....                                          | 47 |
| 7.2.5 Considérations de conception .....                                           | 47 |
| 7.2.6 Lubrification des paliers .....                                              | 50 |
| 7.2.7 Calculs d'évaluation .....                                                   | 51 |
| 7.3 Paliers lisses .....                                                           | 54 |
| 7.3.1 Considérations de fiabilité .....                                            | 54 |
| 7.3.2 Cas de charge de conception et risques associés .....                        | 54 |

|        |                                                                          |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.3.3  | Exigences pour les interfaces .....                                      | 56 |
| 7.3.4  | Ajustements de l'arbre et du carter .....                                | 57 |
| 7.3.5  | Régime de lubrification hydrodynamique.....                              | 57 |
| 7.3.6  | Calculs du régime de lubrifiant.....                                     | 57 |
| 7.3.7  | Exigences relatives aux paliers.....                                     | 58 |
| 7.4    | Arbres, clavettes, joints de carter, cannelures et fixations .....       | 59 |
| 7.4.1  | Arbres.....                                                              | 59 |
| 7.4.2  | Raccordements arbre-moyeu .....                                          | 60 |
| 7.4.3  | Joints d'étanchéité des arbres .....                                     | 61 |
| 7.4.4  | Fixations.....                                                           | 61 |
| 7.4.5  | Assemblages boulonnés .....                                              | 61 |
| 7.4.6  | Circlips .....                                                           | 63 |
| 7.5    | Éléments structurels .....                                               | 63 |
| 7.5.1  | Généralités .....                                                        | 63 |
| 7.5.2  | Interfaces, conditions aux limites et charges.....                       | 63 |
| 7.6    | Lubrification .....                                                      | 64 |
| 7.6.1  | Généralités .....                                                        | 64 |
| 7.6.2  | Caractéristiques de performance des lubrifiants.....                     | 64 |
| 7.6.3  | Viscosité du lubrifiant .....                                            | 64 |
| 7.6.4  | Méthode de lubrification et de refroidissement .....                     | 65 |
| 7.6.5  | Quantité de lubrifiant dans le système de lubrification .....            | 65 |
| 7.6.6  | Températures de fonctionnement.....                                      | 65 |
| 7.6.7  | Régulation de la température.....                                        | 66 |
| 7.6.8  | Surveillance de l'état du lubrifiant .....                               | 67 |
| 7.6.9  | Filtration du lubrifiant .....                                           | 67 |
| 7.6.10 | Orifices .....                                                           | 68 |
| 7.6.11 | Indicateur de niveau de lubrifiant .....                                 | 68 |
| 7.6.12 | Bouchons magnétiques .....                                               | 69 |
| 7.6.13 | Orifice de reniflard .....                                               | 69 |
| 7.6.14 | Capteur de flux .....                                                    | 69 |
| 8      | Vérification et validation de la conception .....                        | 69 |
| 8.1    | Généralités .....                                                        | 69 |
| 8.2    | Plan de vérification et de validation.....                               | 69 |
| 8.3    | Catégorisation des modes de défaillance .....                            | 70 |
| 8.4    | Méthodes de vérification .....                                           | 70 |
| 8.4.1  | Généralités .....                                                        | 70 |
| 8.4.2  | Essais.....                                                              | 71 |
| 8.4.3  | Similitude.....                                                          | 73 |
| 8.4.4  | Simulation .....                                                         | 73 |
| 8.5    | Matrice de vérification et de validation .....                           | 73 |
| 9      | Fabrication et assurance qualité .....                                   | 78 |
| 9.1    | Généralités .....                                                        | 78 |
| 9.2    | Plan qualité.....                                                        | 78 |
| 9.2.1  | Généralités .....                                                        | 78 |
| 9.2.2  | Inspection de l'état de surface des engrenages après rectification ..... | 78 |
| 9.3    | Processus critiques.....                                                 | 78 |
| 9.4    | Contrôle statistique des processus.....                                  | 79 |
| 9.5    | Essais de réception en usine .....                                       | 79 |
| 9.5.1  | Objectifs des essais.....                                                | 79 |

|                        |                                                                                    |     |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.5.2                  | Plan d'essai de réception.....                                                     | 79  |
| 9.5.3                  | Séquences d'essais en usine.....                                                   | 79  |
| 9.5.4                  | Mesurages de réception.....                                                        | 80  |
| 9.6                    | Composants non conformes.....                                                      | 81  |
| 9.6.1                  | Généralités.....                                                                   | 81  |
| 9.6.2                  | Entailles de rectification.....                                                    | 81  |
| 10                     | Conception pour l'entretien et l'exploitation.....                                 | 81  |
| 10.1                   | Généralités.....                                                                   | 81  |
| 10.2                   | Exigences de conception relatives à l'entretien et à l'exploitation.....           | 81  |
| 10.3                   | Exigences de documentation relatives à l'entretien et à l'exploitation.....        | 82  |
| 10.4                   | Sécurité.....                                                                      | 82  |
| Annexe A (informative) | Exemples de spécifications d'interfaces de train d'entraînement et de charges..... | 83  |
| A.1                    | Généralités.....                                                                   | 83  |
| A.2                    | Architectures courantes de train d'entraînement d'éolienne.....                    | 83  |
| A.2.1                  | Train d'entraînement non intégré avec une suspension à 4 points.....               | 83  |
| A.2.2                  | Train d'entraînement non intégré avec une suspension à 3 points.....               | 84  |
| A.2.3                  | Train d'entraînement intégré.....                                                  | 85  |
| A.3                    | Définitions des interfaces.....                                                    | 88  |
| A.3.1                  | Interfaces.....                                                                    | 88  |
| A.3.2                  | Système de coordonnées.....                                                        | 89  |
| A.3.3                  | Descriptions des interfaces.....                                                   | 89  |
| A.3.4                  | Données d'ingénierie sur l'interface.....                                          | 91  |
| A.4                    | Descriptions des charges de l'éolienne.....                                        | 92  |
| A.4.1                  | Formats de description des charges.....                                            | 92  |
| A.4.2                  | Matrices rainflow.....                                                             | 92  |
| A.4.3                  | Répartition de la durée de charge.....                                             | 93  |
| A.4.4                  | Descriptions des charges extrêmes.....                                             | 94  |
| A.5                    | Puissance et vitesse de référence de l'éolienne.....                               | 95  |
| A.5.1                  | Généralités.....                                                                   | 95  |
| A.5.2                  | Théorie de la commande de la puissance des éoliennes.....                          | 95  |
| A.5.3                  | Aspects pratiques de la commande de puissance.....                                 | 96  |
| Annexe B (informative) | Vérification et validation du modèle de boîte de vitesses dynamique.....           | 98  |
| B.1                    | Généralités.....                                                                   | 98  |
| B.2                    | Vérification des modèles de dynamique de train d'entraînement.....                 | 98  |
| B.3                    | Validation des modèles de dynamique de train d'entraînement.....                   | 98  |
| Bibliographie.....     |                                                                                    | 101 |

## FIGURES

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 – Désignation des arbres dans les boîtes de vitesses à axe parallèle à trois étages.....                | 18 |
| Figure 2 – Désignation des arbres dans les boîtes de vitesses à trois étages avec un étage planétaire.....       | 18 |
| Figure 3 – Désignation des arbres dans les boîtes de vitesses à trois étages avec deux étages planétaires.....   | 19 |
| Figure 4 – Désignation des arbres dans les boîtes de vitesses à quatre étages avec trois étages planétaires..... | 20 |
| Figure 5 – Diagramme du processus de conception.....                                                             | 28 |

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 6 – Définition de l'épaisseur de jante des satellites .....                                                    | 36 |
| Figure 7 – Exemples de critères de sélection de paliers .....                                                         | 43 |
| Figure 8 – Conditions de fonctionnement théoriques et régions de risque associées<br>aux paliers lisses .....         | 56 |
| Figure A.1 – Train d'entraînement non intégré avec une suspension à 4 points .....                                    | 84 |
| Figure A.2 – Train d'entraînement non intégré avec une suspension à 3 points .....                                    | 85 |
| Figure A.3 – Intégration côté rotor avec raccordement rigide de l'arbre principal .....                               | 86 |
| Figure A.4 – Intégration côté rotor avec raccordement flexible de l'arbre principal .....                             | 86 |
| Figure A.5 – Intégration côté génératrice avec support du rotor dans la génératrice .....                             | 87 |
| Figure A.6 – Intégration côté génératrice avec support du rotor dans la boîte de<br>vitesses et la génératrice- ..... | 87 |
| Figure A.7 – Intégration côté génératrice avec support du rotor dans la boîte de<br>vitesses .....                    | 88 |
| Figure A.8 – Exemple de cycles rainflow par cas de charge de conception .....                                         | 93 |
| Figure A.9 – Exemple de distribution de rotation de charge .....                                                      | 94 |
| Figure A.10 – Régions de commande de la puissance des éoliennes .....                                                 | 95 |
| Figure A.11 – Stratégie de commande théorique de la puissance et de la vitesse .....                                  | 96 |
| Figure A.12 – Stratégie de commande comparée à la réponse réelle .....                                                | 97 |

## TABLEAUX

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 – Symboles utilisés dans le document .....                                                                                      | 21 |
| Tableau 2 – Abréviations .....                                                                                                            | 23 |
| Tableau 3 – Définition d'un type de boîte de vitesses .....                                                                               | 25 |
| Tableau 4 – Facteurs de sécurité minimaux pour la résistance à la formation de<br>piqûres et la résistance à la flexion .....             | 35 |
| Tableau 5 – Facteur de charge d'engrènement pour les étages planétaires .....                                                             | 38 |
| Tableau 6 – Exactitude exigée pour les engrenages .....                                                                                   | 41 |
| Tableau 7 – Gradients de température pour le calcul du jeu en fonctionnement .....                                                        | 48 |
| Tableau 8 – Température du lubrifiant de palier pour le calcul du rapport de viscosité .....                                              | 50 |
| Tableau 9 – Valeurs indicatives pour la pression de contact maximale .....                                                                | 53 |
| Tableau 10 – Risques associés aux paliers lisses liés aux conditions de<br>fonctionnement .....                                           | 55 |
| Tableau 11 – Facteurs de sécurité minimaux .....                                                                                          | 60 |
| Tableau 12 – Catégorisation des modes de défaillance .....                                                                                | 70 |
| Tableau 13 – Matrice de vérification et de validation .....                                                                               | 74 |
| Tableau A.1 – Informations d'analyse aux interfaces dans le cas d'un train<br>d'entraînement intégré avec une suspension à 4 points ..... | 90 |
| Tableau A.2 – Informations pour l'analyse aux interfaces dans le cas d'un train<br>d'entraînement avec une suspension à 3 points .....    | 90 |
| Tableau A.3 – Informations d'analyse aux interfaces dans le cas d'un train<br>d'entraînement intégré .....                                | 91 |
| Tableau A.4 – Données d'ingénierie et descriptions des charges de conception .....                                                        | 91 |
| Tableau A.5 – Exemple de matrice rainflow .....                                                                                           | 92 |
| Tableau A.6 – Exemple de matrice de charges extrêmes .....                                                                                | 94 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## SYSTÈMES DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE –

## Partie 4: Exigences de conception des boîtes de vitesses des éoliennes

## 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 la qualité 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.

La Norme internationale IEC 61400-4 a été établie par le comité d'études 88 de l'IEC: Systèmes de génération d'énergie éolienne, en coopération avec le comité technique 60 de l'ISO: Engrenages.

Elle est publiée comme norme double logo.

Cette deuxième édition annule et remplace l'IEC 61400-4, éd.1, parue en 2012. Elle constitue une révision technique de l'IEC 61400-4, éd.1 avec un contenu étendu et des modifications dans toutes les sections pertinentes.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) l'extension du domaine d'application aux éoliennes dont la puissance de référence est supérieure à 2 MW;
- b) des considérations de convergence de différentes approches en matière de fiabilité dans les normes relatives aux engrenages, paliers et éoliennes;
- c) un nouvel article concernant les charges des éoliennes, spécifiques aux trains d'entraînement;
- d) un article révisé concernant la vérification et la validation;
- e) un nouvel article concernant les exigences de conception des paliers lisses;
- f) des considérations de conception étendues sur l'utilisation des paliers sur la base de la prévention des défaillances normales;
- g) un article révisé concernant les considérations et les exigences en matière de conception et d'analyse des éléments structurels d'une boîte de vitesses;
- h) des considérations et exigences mises à jour concernant les lubrifiants et les systèmes de lubrification;
- i) la suppression des exigences relatives à la documentation de la conformité d'une conception aux exigences de la norme au profit d'une référence à la norme IECRE OD-501-2

Le texte de cette norme est issu des documents suivants de l'IEC:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 88/XXXX/FDIS | 88/XXXX/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. À l'ISO, la norme a été approuvée par 11 membres participants (P) sur un total de 12 votes exprimés.

En outre, l'IEC TS 61400-4-1 a été publiée parallèlement à la présente édition de la norme. Cette spécification technique décrit les exigences et les recommandations relatives à une méthode unifiée et normalisée d'évaluation de la fiabilité des composants des trains d'entraînement des éoliennes. Le sujet de l'évaluation de la fiabilité est encore en cours d'élaboration et ne peut donc pas faire l'objet d'un consensus pour l'approbation d'une Norme internationale.

Les parties de l'IEC 61400-4 éd.1 ont été transférées dans des rapports techniques, avec des mises à jour et des modifications du contenu:

- L'IEC TR 61400-4-2 fournit des informations supplémentaires concernant la lubrification des composants des trains d'entraînement des éoliennes.
- L'IEC TR 61400-4-3 contient des notes explicatives sur le contenu de la présente norme, ainsi que des informations complémentaires pour la conception des boîtes de vitesses des éoliennes.

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*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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. À cette date, la publication sera

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

Une édition bilingue du présent document peut être publiée à une date ultérieure.

**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 ce document en utilisant une imprimante couleur.**

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[IEC 61400-4](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/b46fcd60-4cc7-49b8-b1d6-49ff6c62ed16/iec-61400-4>

## INTRODUCTION

L'IEC 61400-4 présente les exigences minimales pour la spécification, la conception et la vérification des boîtes de vitesses dans les éoliennes. Elle ne sert pas de spécification de conception complète ni de manuel d'instructions. Elle s'adresse aux concepteurs expérimentés de trains d'entraînement, de boîtes de vitesses et d'engrenages ou de paliers capables de sélectionner des valeurs raisonnables pour les paramètres de conception, à partir de leur connaissance de conceptions similaires et des effets d'éléments tels que la lubrification, la déviation, les tolérances de fabrication, la métallurgie, la contrainte résiduelle et la dynamique du système.

Toute exigence de la présente norme peut être modifiée:

- si des données plus exactes sont disponibles du fait d'essais de charge en grandeur réelle, de mesurages précis, d'une analyse mathématique complète ou de toute combinaison de ces éléments;
- sur la base d'une expérience opérationnelle éprouvée;
- ou les preuves sont accessibles pour une évaluation indépendante (par exemple, par un organisme accrédité de certification des énergies renouvelables);

et l'exactitude et la fiabilité de la méthode alternative sont démontrées en ce qui concerne la sécurité et la fiabilité de l'ensemble du système d'entraînement de l'éolienne.

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

IEC 61400-4

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/b46fcd60-4cc7-49b8-b1d6-49ff6c62ed16/iec-61400-4>

## SYSTÈMES DE GÉNÉRATION D'ÉNERGIE ÉOLIENNE –

### Partie 4: Exigences de conception des boîtes de vitesses des éoliennes

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la série IEC 61400 s'applique aux boîtes de vitesses sous carter pour trains d'entraînement d'éolienne à axe horizontal dont la puissance nominale dépasse 500 kW. La présente norme s'applique aux boîtes de vitesses de conception nouvelle pour les éoliennes installées sur terre et en mer. Les exigences techniques indiquées dans la présente norme ne sont pas destinées aux boîtes de vitesses réparées ou remises à neuf ni à la prolongation de la durée de vie en service au-delà de la durée de vie théorique.

La présente Norme internationale fournit des exigences et des recommandations sur l'analyse des charges d'éolienne en tenant compte de la conception des éléments d'engrenage et de boîte de vitesses. Les éléments d'engrènement couverts par la présente norme comprennent les engrenages à dentures droite, hélicoïdale simple ou double et leurs combinaisons dans des configurations parallèles et épicycloïdales dans le trajet de puissance principal. La présente norme ne s'applique pas aux engrenages de prise de force (PTO - *power take-off*).

La présente norme comprend les exigences, les recommandations de conception et l'étalonnage des boîtes de vitesses équipées de paliers à roulement, de paliers lisses ou d'une combinaison de ces deux types de paliers.

Le présent document inclut également des exigences et des recommandations concernant l'ingénierie des arbres, les interfaces de moyeux d'arbres, la lubrification, l'interface avec le limiteur d'éolienne et la structure du carter des engrenages, afin d'obtenir une conception capable de résister à l'environnement et aux conditions de fonctionnement d'une éolienne. Les exigences relatives à l'analyse dynamique de la boîte de vitesses au sein du système d'éolienne sont spécifiées dans le but d'identifier les niveaux de charge qui dépassent les prévisions de la simulation aéroélastique globale. L'analyse de la transmission et de l'émission du bruit (par exemple, l'émission tonale aux fréquences d'engrènement des engrenages) ne relève pas du domaine d'application du présent document.

En outre, la présente Norme internationale fournit des exigences et des recommandations concernant la vérification de la conception des boîtes de vitesses, les essais de prototypes et les essais de production, ainsi que sur la prise en considération de la conception pour l'entretien et la maintenance.

Les exigences et les recommandations pour une évaluation systématique de la fiabilité de la conception d'une boîte de vitesses dans des conditions de fonctionnement de référence sont indiquées dans l'IEC/TS 61400-4-1.

La présente Norme internationale est étayée par deux rapports techniques: L'IEC/TR 61400-4-2 fournit des informations supplémentaires sur la lubrification des trains d'entraînement des éoliennes et l'IEC/TR 61400-4-3 contient des notes explicatives, ainsi que des informations complémentaires aux exigences spécifiées dans la présente norme.

La norme est rédigée en tenant compte de l'évaluation de la conformité et de la certification des éoliennes conformément à la norme IECRE OD-501. Les exigences spécifiques relatives à la documentation de la conformité de la conception d'une boîte de vitesses aux exigences techniques de la présente Norme internationale sont décrites dans l'IECRE OD-501-2.

## 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 (toutes les parties), *Vocabulaire Électrotechnique International*, disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org>>

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

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/TS 61400-3-2, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 3-2: Exigences de conception des éoliennes en mer flottantes*

IEC 61400-8, *Systèmes de génération d'énergie éolienne – Partie 8: Conception des composants structurels des éoliennes*

IEC/TS 61400-30, *Wind energy generation systems – Part 30: Safety of Wind Turbine Generator Systems (WTGs) – General principles for design* (disponible en anglais seulement)

ISO 281, *Roulements – Charges dynamiques de base et durée nominale*

ISO 683 (toutes les parties), *Aciers pour traitement thermique, aciers alliés et aciers pour décolletage*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/b46fcd60-4cc7-49b8-b1d6-49ff6c62ed16/iec-61400-4>

ISO 898-1, *Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié – Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de classes de qualité spécifiées – Filetages à pas gros et filetages à pas fin*

ISO 898-2, *Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié – Partie 2: Écrous de classes de qualité spécifiées – Filetages à pas gros et filetages à pas fin*

ISO 898-3, *Caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier au carbone et en acier allié – Partie 3: Rondelles de forme plane de classes de qualité spécifiées*

ISO 1328-1, *Engrenages cylindriques – Système ISO de précision – Partie 1: Définitions et valeurs admissibles des écarts pour les flancs homologues de la denture*

ISO 3104, *Produits pétroliers – Liquides opaques et transparents – Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique*

ISO 4042, *Fixations – Systèmes de revêtements électrolytiques*

ISO 4406, *Transmissions hydrauliques – Fluides – Méthode de codification du niveau de pollution particulaire solide*

ISO 6336-1:2019, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale – Partie 1: Principes de base, introduction et facteurs généraux d'influence*

- 104 ISO 6336-2:2019, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures*  
105 *droite et hélicoïdale – Partie 2: Calcul de la résistance à la pression de contact (piqûre)*
- 106 ISO 6336-3:2019, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures*  
107 *droite et hélicoïdale – Partie 3: Calcul de la résistance à la flexion en pied de dent*
- 108 ISO/TS 6336-4, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite*  
109 *et hélicoïdale – Partie 4: Calcul de la capacité de charge de la rupture en flanc de dent*
- 110 ISO 6336-5, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et*  
111 *hélicoïdale – Partie 5: Résistance et qualité des matériaux*
- 112 ISO 6336-5:2016, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures*  
113 *droite et hélicoïdale – Partie 5: Résistance et qualité des matériaux*
- 114 ISO 6336-6:2019, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures*  
115 *droite et hélicoïdale – Partie 6: Calcul de la durée de vie en service sous charge variable*
- 116 ISO/TS 6336-20, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite*  
117 *et hélicoïdale – Partie 20: Calcul de la capacité de charge au grippage (applicable également*  
118 *aux engrenages conique et hypoïde) – Méthode de la température-éclair*
- 119 ISO/TS 6336-21, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite*  
120 *et hélicoïdale – Partie 21: Calcul de la capacité de charge au grippage (applicable également*  
121 *aux engrenages conique et hypoïde) – Méthode de la température intégrale*
- 122 ISO/TS 6336-22, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite*  
123 *et hélicoïdale – Partie 22: Calcul de la capacité de charge aux micropiqûres*
- 124 ISO/TS 6336-22:2018, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures*  
125 *droite et hélicoïdale – Partie 22: Calcul de la capacité de charge aux micropiqûres*
- 126 ISO 6618, *Produits pétroliers et lubrifiants – Détermination de l'indice d'acide ou de l'indice de*  
127 *base – Méthode par titrage en présence d'un indicateur coloré*
- 128 ISO 6619, *Produits pétroliers et lubrifiants – Indice de neutralisation – Méthode par titrage*  
129 *potentiométrique*
- 130 ISO 7146-1, *Paliers lisses – Aspect et caractérisation de l'endommagement des paliers*  
131 *métalliques à couche lubrifiante fluide – Partie 1: Généralités*
- 132 ISO 8579-1, *Code de réception des engrenages sous carter – Partie 1: Code d'essai pour la*  
133 *détermination du bruit aérien*
- 134 ISO/TR 10064-3, *Engrenages cylindriques – Code pratique de réception – Partie 3:*  
135 *Recommandations relatives au corps de roues, à l'entraxe et au parallélisme des axes*
- 136 ISO 10683, *Fixations – Systèmes de revêtements non électrolytiques de zinc lamellaire*
- 137 ISO 10825, *Engrenages – Usure et défauts des dentures – Partie 1: Nomenclature et*  
138 *caractéristiques*
- 139 ISO 12925-1, *Lubrifiants, huiles industrielles et produits connexes (classe L) – Famille C*  
140 *(Engrenages) – Partie 1: Spécifications des lubrifiants pour systèmes d'engrenages sous carter*