

ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation
de l'accréditation, de la sécurité et qualité
des produits et services

ILNAS-EN 61400-13:2016

Éoliennes - Partie 13: Mesurage des charges mécaniques

Windenergieanlagen - Teil 13: Messung
von mechanischen Lasten

Wind turbines - Part 13: Measurement of
mechanical loads

04/2016

A decorative graphic in the bottom right corner featuring several interlocking gears in shades of blue and yellow. Overlaid on the gears is a vertical column of binary code (0s and 1s) and various mathematical symbols like plus, minus, and multiplication signs.

Avant-propos national

Cette Norme Européenne EN 61400-13:2016 a été adoptée comme Norme Luxembourgeoise ILNAS-EN 61400-13:2016.

Toute personne intéressée, membre d'une organisation basée au Luxembourg, peut participer gratuitement à l'élaboration de normes luxembourgeoises (ILNAS), européennes (CEN, CENELEC) et internationales (ISO, IEC) :

- Influencer et participer à la conception de normes
- Anticiper les développements futurs
- Participer aux réunions des comités techniques

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

CETTE PUBLICATION EST PROTÉGÉE PAR LE DROIT D'AUTEUR

Aucun contenu de la présente publication ne peut être reproduit ou utilisé sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit - électronique, mécanique, photocopie ou par d'autres moyens sans autorisation préalable !

ILNAS-EN 61400-13:2016

NORME EUROPÉENNE **EN 61400-13**
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD

Avril 2016

ICS 27.180

Version française

Éoliennes - Partie 13: Mesurage des charges mécaniques
(IEC 61400-13:2015)

Windenergieanlagen - Teil 13: Messung von mechanischen
Lasten
(IEC 61400-13:2015)

Wind turbines - Part 13: Measurement of mechanical loads
(IEC 61400-13:2015)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2016-01-25. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à cette Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du CEN-CENELEC Management Centre ou auprès des membres du CENELEC.

La présente Norme Européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au CEN-CENELEC Management Centre, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelles

Avant-propos européen

Le texte du document 88/511/CDV, future édition 1 de l'IEC 61400-13, préparé par le CE 88 de l'IEC, "Éoliennes", a été soumis au vote parallèle IEC-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN 61400-13:2016.

Les dates suivantes sont fixées:

- date limite à laquelle ce document doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement (dop) 2016-10-25
- date limite à laquelle les normes nationales conflictuelles doivent être annulées (dow) 2019-01-25

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CENELEC [et/ou le CEN] ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Notice d'entérinement

Le texte de la Norme internationale IEC 61400-13:2015 a été approuvé par le CENELEC comme Norme Européenne sans aucune modification.

Dans la version officielle, ajouter dans la Bibliographie les notes suivantes pour les normes indiquées:

IEC 61400-12-2	NOTE	Harmonisée comme EN 61400-12-2.
IEC 61400-22	NOTE	Harmonisée comme EN 61400-22.

Annexe ZA (normative)

Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

Les documents suivants, en tout ou en partie, sont référencés normativement dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non-datées, la dernière édition du document référencé (y compris les amendements) s'applique.

NOTE 1 Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN/le HD correspondant(e) s'applique.

NOTE 2 Les informations les plus récentes concernant les dernières versions des Normes Européennes listées dans la présente annexe sont disponibles à l'adresse suivante: www.cenelec.eu

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
IEC 60050	série	Vocabulaire Électrotechnique International -		-
IEC 61400-1	2005	Eoliennes - Partie 1: Exigences de conception	EN 61400-1	2005
IEC 61400-12-1	-	Eoliennes - Partie 12-1: Mesures des performances de puissance des éoliennes de production d'électricité	EN 61400-12-1	-
ISO/IEC Guide 98-3 -		Incertitude de mesure - Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)	-	-



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Wind turbines –
Part 13: Measurement of mechanical loads**

**Éoliennes –
Partie 13: Mesurage des charges mécaniques**



SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	112
INTRODUCTION	114
1 Domaine d'application	115
2 Références normatives	115
3 Termes et définitions	115
4 Symboles, unités et abréviations	119
5 Généralités	120
5.1 Structure du document	120
5.2 Sécurité pendant les essais	121
6 Exigences d'essai	121
6.1 Généralités	121
6.2 Exigences concernant le site d'essai	121
6.3 Cas de charges de mesure	122
6.3.1 Généralités	122
6.3.2 Cas de charges de mesure en fonctionnement stable	122
6.3.3 Cas de charges de mesure lors d'événements transitoires	123
6.3.4 Cas de charges de mesure pour la caractérisation dynamique	124
6.3.5 Matrices de capture	124
6.4 Grandeurs à mesurer	128
6.4.1 Généralités	128
6.4.2 Grandeurs de charges	129
6.4.3 Grandeurs météorologiques	131
6.4.4 Grandeurs de fonctionnement d'une éolienne	132
6.5 Modifications de configuration de l'éolienne	132
7 Instruments	133
7.1 Grandeurs de charges	133
7.1.1 Types de capteurs	133
7.1.2 Choix de l'emplacement des capteurs	133
7.1.3 Mesurage des moments de flexion du pied de pale	133
7.1.4 Répartition du moment de flexion des pales	134
7.1.5 Fréquence en torsion/amortissement des pales	134
7.1.6 Mesurage du moment d'orientation et d'inclinaison du rotor	134
7.1.7 Mesurage du couple du rotor	134
7.1.8 Mesurage de la flexion de la base du mât	134
7.1.9 Moments de flexion du sommet du mât	135
7.1.10 Moments de flexion du milieu du mât	135
7.1.11 Couple du mât	135
7.1.12 Accélération du sommet du mât	135
7.1.13 Charges d'activation du pas (côté moyen du palier de pas)	135
7.2 Grandeurs météorologiques	136
7.2.1 Exigences de mesure et de mise en œuvre	136
7.2.2 Possibilité de givrage	136
7.2.3 Stabilité atmosphérique	136
7.3 Grandeurs de fonctionnement d'une éolienne	136
7.3.1 Puissance électrique	136

7.3.2	Vitesse du rotor ou du générateur.....	136
7.3.3	Désalignement d'orientation	136
7.3.4	Angle azimutal du rotor.....	136
7.3.5	Position de pas.....	136
7.3.6	Vitesse de pas.....	137
7.3.7	Moment du frein.....	137
7.3.8	État des éoliennes	137
7.3.9	État du frein.....	137
7.4	Système d'acquisition de données	137
7.4.1	Généralités	137
7.4.2	Résolution	137
7.4.3	Lissage.....	137
8	Détermination des facteurs d'étalonnage	138
8.1	Généralités	138
8.2	Étalonnage des voies de charges.....	138
8.2.1	Généralités	138
8.2.2	Moments de flexion des pales.....	139
8.2.3	Moments de l'arbre principal.....	139
8.2.4	Moments de flexion du mât.....	140
8.2.5	Couple du mât	141
8.3	Étalonnage des voies autres que des voies de charges	141
8.3.1	Angle de pas	141
8.3.2	Angle azimutal du rotor.....	141
8.3.3	Angle d'orientation.....	142
8.3.4	Direction du vent	142
8.3.5	Charges d'activation du pas.....	142
8.3.6	Moment du frein.....	142
9	Vérification des données	143
9.1	Généralités	143
9.2	Contrôles de vérification	143
9.2.1	Généralités	143
9.2.2	Moments des pales.....	144
9.2.3	Arbre principal	145
9.2.4	Mât.....	145
10	Traitement des données mesurées	146
10.1	Généralités	146
10.2	Grandeurs de charges fondamentales.....	146
10.3	Grandeurs de charges pour des éoliennes de plus grande dimension	146
10.4	Détection des tendances de la vitesse du vent.....	147
10.5	Statistiques.....	147
10.6	Comptage des demi-cycles	147
10.7	Spectre cumulé de comptage des demi-cycles	148
10.8	Charge équivalente des dommages	148
10.9	Échantillonnage de la vitesse du vent	148
10.10	Densité spectrale de puissance.....	149
11	Estimation de l'incertitude.....	150
12	Rapport	150
Annexe A (informative)	Exemple de systèmes de coordonnées.....	154

A.1	Généralités	154
A.2	Système de coordonnées de la pale.....	154
A.3	Système de coordonnées du moyeu.....	154
A.4	Système de coordonnées de la nacelle	155
A.5	Système de coordonnées du mât	156
A.6	Désalignement d'orientation	157
A.7	Angle conique et angle d'inclinaison	157
A.8	Angle azimutal du rotor	158
A.9	Angle de pas des pales.....	158
Annexe B (informative) Procédure d'évaluation des incertitudes relatives aux mesurages des charges effectués sur les éoliennes		159
B.1	Liste des symboles	159
B.2	Procédure générale	160
B.2.1	Incertitude-type	160
B.2.2	Combinaison analytique des incertitudes-types.....	161
B.2.3	Incertitude totale.....	162
B.3	Incertitudes des valeurs moyennées par échantillonnage.....	163
B.3.1	Généralités.....	163
B.3.2	Incertitude d'étalonnage et de signal	163
B.3.3	Incertitude de la dispersion d'échantillonnage.....	163
B.3.4	Incertitude de la grandeur de l'axe x	163
B.3.5	Incertitude des valeurs moyennes moyennées par échantillonnage	164
B.4	Incertitude-type de la charge équivalente des dommages et des spectres de charges.....	164
B.5	Exemples d'évaluation de l'incertitude	164
B.5.1	Exemple d'étalonnage par dérivation analytique du couple de mât.....	164
B.6	Détermination et utilisation de la matrice d'étalonnage.....	172
B.6.1	Détermination de la matrice d'étalonnage	172
B.6.2	Utilisation de la matrice d'étalonnage	173
B.6.3	Séries temporelles.....	174
Annexe C (informative) Présentation des échantillons des mesurages et de l'analyse des charges mécaniques		176
C.1	Généralités	176
Annexe D (informative) Recommandations pour les mesurages en pleine mer		188
Annexe E (informative) Validation des modèles de charge		190
E.1	Généralités	190
E.2	Méthodes de comparaison des charges	191
E.2.1	Échantillonnage statistique	191
E.2.2	Fonctions spectrales.....	193
E.2.3	Spectres de fatigue.....	194
E.2.4	Méthode point par point	195
Annexe F (informative) Méthodes d'identification des tendances de vitesse du vent		197
F.1	Liste des symboles	197
F.2	Généralités	197
F.3	Méthodes d'identification des tendances	198
F.4	Procédure continue.....	202
Annexe G (informative) Considérations relatives à l'acquisition de données.....		203
G.1	Système d'acquisition de données	203