

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60652

Première édition
First edition
1979-01

**Essais mécaniques des pylônes de lignes
aériennes**

Loading tests on overhead line towers



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60652: 1979

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60652

Première édition
First edition
1979-01

**Essais mécaniques des pylônes de lignes
aériennes**

Loading tests on overhead line towers

© IEC 1979 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

F

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS MÉCANIQUES DES PYLÔNES DE LIGNES AÉRIENNES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 11 de la CEI: Recommandations pour les lignes aériennes.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Melbourne en 1975. A la suite de cette réunion, un deuxième projet fut soumis aux Comités nationaux en 1976. Compte tenu des remarques, un projet, document 11(Bureau Central)3, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1977.

Quatre votes négatifs ayant été formulés, un projet modifié, document 11(Bureau Central)6, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en mars 1978.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	France
Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Norvège
Belgique	Pologne
Bésil	Royaume-Uni
Canada	Suède
Egypte	Suisse
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
Finlande	Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOADING TESTS ON OVERHEAD LINE TOWERS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 11, Recommendations for Overhead Lines.

A first draft was discussed at the meeting held in Melbourne in 1975. After this meeting, a second draft was submitted to the National Committees in 1976. Taking account of the comments, a draft, Document 11(Central Office)3, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1977.

Due to four negative votes, a revised draft, Document 11(Central Office)6, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in March 1978.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Austria	Poland
Belgium	South Africa (Republic of)
Brazil	Spain
Canada	Sweden
Egypt	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America

ESSAIS MÉCANIQUES DES PYLÔNES DE LIGNES AÉRIENNES

1. Domaine d'application

La présente norme est applicable aux essais des pylônes et des structures de lignes aériennes de tensions supérieures à 45 kV.

Objet

La présente norme a pour but de codifier les méthodes d'essais des pylônes et des structures de lignes aériennes de tensions supérieures à 45 kV. Ces essais sont effectués sur un prototype avant mise en fabrication (essais de prototype).

Dans certaines conditions, ces essais peuvent aussi être considérés comme des essais de réception d'un lot de pylônes.

3. Principes généraux des essais

- 3.1 S'il s'agit d'un essai de prototype, les matériaux utilisés doivent être conformes à ceux qui seront adoptés au cours de la construction des pylônes. Cette conformité s'applique à la dimension des barres et des boulons, à la qualité du métal, aux assemblages, à la géométrie et aux revêtements de surface.
- 3.2 La responsabilité du contrôle de la conformité entre la structure utilisée comme pylône prototype et les pylônes de série correspondants doit être décidée avant l'essai.
- 3.3 S'il s'agit d'un essai de réception sur un pylône complet, les composants doivent être choisis au hasard dans le lot présenté à réception.
- 3.4 Le pylône en essai doit être monté sur une base rigide.
- 3.5 Le pylône choisi devra supporter avec succès les charges spécifiées pour les différentes conditions stipulées par les normes C E I correspondantes ou par le client de la station d'essais.
- 3.6 Le client de la station d'essais est l'organisation, ou son représentant, qui donne directement à la station d'essais les instructions nécessaires à la réalisation d'un essai.

4. Application des charges

Les différents cas de charges (valeurs, directions et points d'application des charges) sont précisés par le client.

4.1 Groupement de charges

Si toutefois, pour des raisons pratiques d'essais, certaines charges (par exemple celles dues au vent sur la structure) doivent être regroupées, la valeur de la résultante, sa direction et son point d'application doivent être acceptés par le client.

LOADING TESTS ON OVERHEAD LINE TOWERS

1. Scope

This standard is applicable to the testing of towers and structures of overhead lines for voltages above 45 kV.

2. Object

The object of this standard is to codify the methods of testing towers and structures of overhead lines for voltages above 45 kV. These tests are made on the prototype prior to manufacture (prototype tests).

Under certain conditions, these tests may also be made as acceptance tests on a batch of towers.

3. General test criteria

- 3.1 For a prototype test, the material used shall be made to the same standards as those that will apply to all towers during production. These standards will include bar size, bolt size, metal quality, connections, geometry and surface coatings.
- 3.2 Responsibility for checking the conformity of the structure used for the prototype test with the corresponding production structures shall be decided before the test.
- 3.3 If an acceptance test on the entire tower is required, the components shall be chosen at random from the batch offered for acceptance.
- 3.4 The test tower shall be erected on a rigid base.
- 3.5 The selected tower shall successfully withstand the loads specified for the various conditions stipulated by the relevant IEC standards or by the client of the testing station.
- 3.6 The client of the testing station is the organization, or its nominee, giving direct instructions to the testing station for the test to be undertaken.

4. Load application

Loading cases (values, directions and points of application of loads) are given by the client.

4.1 *Grouping of loads*

If, for practical purposes, some loads (i.e. due to wind on the structure) have to be grouped, the value of the resultant, its direction and its point of application shall be agreed by the client.

4.2 Application des charges par paliers

On considère cinq paliers de 50 %, 75 %, 90 %, 95 % et 100 % des charges ultimes spécifiées.

Un palier de 25 % peut être choisi en accord entre le client et l'exploitant de la station.

Le palier 95 % a été choisi pour pouvoir faire des mesures juste avant le palier spécifié 100 %, qui pourrait ne pas être atteint.

Dans ce cas, disposer d'un résultat à 95 % donne un élément de décision pour le remplacement d'éléments endommagés, comme il est indiqué à l'article 7. Si la station d'essais dispose d'un enregistrement continu avec montée simultanée de toutes les charges, ce palier peut être supprimé.

4.3 Effets dynamiques

Les charges doivent être appliquées de façon à éviter tout effet dynamique. Cependant, on admettra des glissements de boulons dans les assemblages lors de l'essai du pylône, glissements pouvant entraîner des contraintes dynamiques.

4.4 Ajustement des charges pour un palier

A chacun des paliers, sauf au palier final 100 %, les différentes charges seront considérées comme ajustées si la lecture de chacune d'entre elles est comprise dans les limites indiquées ci-dessous :

Palier	Fourchette de lecture
(25 %)	(23 %- 27 %)
50 %	48 %- 52 %
75 %	73 %- 77 %
90 %	88 %- 92 %
95 %	93 %- 97 %
100 %	≥ 100 %

Le palier 100 % est atteint lorsque les charges sont égales ou supérieures à 100 % des charges spécifiées.

Lorsque les charges approchent de leur valeur ultime 100 %, un soin tout particulier doit être pris pour éviter toute surcharge en un point quelconque d'application de ces charges.

4.5 Durée d'application des charges

La durée d'application des charges à chaque palier peut être aussi courte que possible : elle dépendra de l'équipement de la station d'essais, c'est-à-dire du temps nécessaire à l'ajustement des efforts selon le tableau indiqué au paragraphe 4.4 et à l'enregistrement des valeurs à mesurer.

Pour le palier final 100 %, on maintiendra les charges pendant 1 min.

Le client peut exiger que pour le palier final 100 %, les charges soient maintenues pendant une durée plus longue, avec un maximum de 5 min. Mais si une rupture intervient pendant cette période, l'essai sera considéré comme valable si la structure a tenu au moins 1 min.

Dans le cas d'un matériau autre que l'acier pouvant présenter un phénomène de fluage, le client peut exiger pour le palier 100 % une durée d'application des charges plus longue avant de considérer l'essai comme valable.

4.2 Application of loads in steps

The test covers five steps of 50 %, 75 %, 90 %, 95 % and 100 % of the specified ultimate loads.

A 25 % step may be selected subject to the agreement of the client and the operator of the testing station.

The 95 % step has been selected in order that readings may be taken just before the specified 100 % step which might not be reached.

In this event, a result from the 95 % step would be useful for a decision on the replacement of damaged components, as indicated in Clause 7. If the test station has facilities for continuous recording with simultaneous incremental application of all loads, this step could be omitted.

4.3 Dynamic effects

Loads shall be applied in such a way as to avoid any dynamic effect. However, bolt slips in the joints during the tower test, leading to possible dynamic stresses, shall be accepted.

4.4 Adjustment of loads per step

For each step, except for the final 100 % step, the various loads shall be considered to be adjusted if the reading for each of them is within the following limits:

Step	Permissible range
(25 %)	(23 %- 27 %)
50 %	48 %- 52 %
75 %	73 %- 77 %
90 %	88 %- 92 %
95 %	93 %- 97 %
100 %	≥ 100 %

The 100 % step is reached when the loads are equal to or greater than 100 % of the specified loads.

As all loads approach 100 %, care shall be taken to avoid overloading of any point of application of these loads.

4.5 Duration of load application

For each step, the time during which loads are applied may be as short as possible: it will depend upon the facilities of the testing station, that is, upon the time necessary for the loads to be adjusted in accordance with the table in Sub-clause 4.4 and for the recording of the relevant values.

For the final 100 % step, the loads shall be maintained for 1 min.

The client may ask that, for the final 100 % step, loads be maintained for a longer period, with a maximum of 5 min; but, should a failure occur during this period, the test shall be considered valid if the structure has held for at least 1 min.

If the material employed for the structure is not steel and has a creep tendency, the client may request for the 100 % step, a longer duration of load application before considering the test as valid.

5. Succession des différents cas de charges

L'ordre de succession des différents cas de charges sera déterminé par le client. Il est recommandé de choisir tout d'abord les essais qui ont le moins d'influence sur les résultats des essais suivants. De plus, le choix de l'ordre des cas de charges pourra tenir compte de la simplification des manœuvres nécessaires à la réalisation du programme d'essais.

6. Contrôle de la tenue mécanique d'un pylône

- 6.1 La structure est considérée comme satisfaisante si elle peut supporter les charges ultimes spécifiées (palier 100 %) pendant 1 min, comme indiqué au paragraphe 4.5, sans déformation locale visible après déchargement (flambement, voilement, par exemple) et sans rupture d'éléments ou de pièces composantes.

Toutefois, lorsque la structure est conçue de telle sorte qu'elle puisse admettre des déformations visibles après déchargement (par exemple dans un cadre calculé en plasticité) et à condition que le client en soit informé avant l'essai, ces déformations doivent être acceptées.

- 6.2 L'ovalisation des trous et les déformations permanentes des boulons doivent être acceptées.

7. Procédure en cas d'affaissement prématuré

- 7.1 Dans le cas où l'affaissement d'une partie du support se produit à des valeurs de charges inférieures à celles du palier 95 %, on peut remplacer la partie affaissée par une autre présentant une résistance mécanique supérieure. La structure ainsi modifiée devra subir avec succès l'essai sous les charges ultimes spécifiées (palier 100 %).

- 7.2 Si l'affaissement d'une partie du support se produit à des charges comprises entre celles des paliers 95 % et 100 %, une des deux procédures suivantes peut alors être choisie par le client ou par le fabricant du pylône conformément à un agrément préalable.

- 7.2.1 Comme indiqué au paragraphe 7.1, ce qui est la procédure exigée normalement pour les essais de prototype.

- 7.2.2 Pour les essais de réception, on peut répéter l'essai sur un autre pylône du même lot. Cette dernière structure devra subir avec succès l'essai aux valeurs spécifiées du palier 100 %.

Pour la réalisation de la nouvelle structure, toute partie du pylône soumis au premier essai pourra être réutilisée.

8. Contrôle de la qualité des matériaux utilisés pour les essais de prototype

- 8.1 Si les matériaux utilisés pour la réalisation du prototype sont choisis au hasard dans le parc du constructeur et donc s'ils peuvent être considérés comme représentatifs des matériaux qui seront utilisés dans la fabrication des pylônes de série, aucune limitation à leur limite d'élasticité et à leur résistance à la rupture ainsi qu'aux tolérances sur leurs dimensions géométriques ne sera requise, autres que celles spécifiées au fournisseur du matériau.

- 8.2 Si cette condition n'est pas remplie, il est nécessaire de contrôler les matériaux constitutifs du prototype: caractéristiques mécaniques et tolérances dimensionnelles.

5. Sequence of test loading cases

The sequence of test loading cases shall be determined by the client. It is recommended to choose first those tests having the least influence on the results of the successive tests. Secondly, the choice of test sequence might take account of the simplification of those operations necessary for carrying out the test programme.

6. Check of tower mechanical strength

- 6.1 The structure is considered to be satisfactory if it is able to support the specified ultimate loads (100% step) for 1 min as stated in Sub-clause 4.5, with no visible local deformation after unloading (such as bowing, buckling), and no breakage of elements or constituent parts.

However, when the structure is designed in such a way that the deformation after unloading is a part of the design data (for instance in a frame calculated with plastic theory, etc.) and on condition that the client be informed before the test, such deformation can be accepted.

- 6.2 Ovalization of holes and permanent deformation of the bolts shall be accepted.

7. Procedure in the event of premature collapse

- 7.1 In the event of collapse of a part under loads of a value lower than the 95% step, the part that has collapsed may be replaced by another with greater mechanical strength. The modified structure shall be required to pass the test for the specified ultimate load values (100% step).

- 7.2 If the collapse of a part occurs at loads between those corresponding to the 95% and 100% steps, one of the following two procedures may be adopted by the client or the manufacturer of the tower according to previous agreement.

- 7.2.1 As indicated in Sub-clause 7.1, which is the normal mandatory procedure for the prototype tests.

- 7.2.2 For the acceptance tests, the test may be repeated on another tower of the same batch. The latter structure shall be required to pass the 100% test.

To build the new structure, any part of the original tested tower can be re-used.

8. Check of quality of materials used for prototype test

- 8.1 If the materials used for the fabrication of the prototype are selected at random from the manufacturer's stocks and if they can be considered as representative of the materials used in production structures, no limitation shall be required on their yield point and ultimate tensile strength value, and on tolerances of their geometrical dimensions other than those specified to the material supplier.

- 8.2 If this requirement is not satisfied, the material of the prototype shall be checked for mechanical characteristics and dimension tolerances.

8.2.1 L'essai doit être considéré comme satisfaisant par le client si les barres, fléchies ou comprimées, ayant un élanement plus petit que 150 pour l'acier et 100 pour l'aluminium (ou tout alliage d'aluminium), et si les barres tendues présentent les limites d'élasticité moyennes suivantes:

a) barres en acier ou aluminium ayant une limite d'élasticité minimale garantie égale ou inférieure à 300 MPa:

valeur moyenne $\leq 1,25 \times$ limite d'élasticité minimale garantie;

b) barres en acier ou aluminium ayant une limite d'élasticité minimale garantie supérieure à 300 MPa:

valeur moyenne $\leq 1,17 \times$ limite d'élasticité minimale garantie.

Les moyennes sont obtenues sur huit éprouvettes prélevées sur huit barres différentes les plus chargées de la structure, pour chaque qualité de matériau.

8.2.2 Cependant, pour les barres présentant un élanement supérieur à celui indiqué au paragraphe 8.2.1 et pour les barres de contreventement, les valeurs indiquées ci-dessus, pour la limite d'élasticité, peuvent être dépassées, car la limite d'élasticité a peu d'influence sur la charge entraînant leur ruine.

8.2.3 En ce qui concerne la valeur moyenne de la résistance à la rupture, la limite suivante doit être acceptée:

valeur moyenne $\leq 1,20 \times$ valeur minimale garantie.

La moyenne est obtenue sur les huit éprouvettes utilisées pour la détermination de la moyenne de la limite d'élasticité du matériau.

Si toutes ces conditions ne sont pas remplies, l'essai n'est pas valable et le prototype sera refusé.

Note. — Cet article peut, si nécessaire, être modifié au vu de l'expérience future.

9. Présentation des résultats d'essais

Le rapport d'essais doit comporter les renseignements suivants:

1. Le type du pylône essayé.
2. Les nom et adresse du constructeur et du projeteur.
3. Les nom et adresse du client.
4. Les dates et lieu des essais.
5. Les noms des personnes assistant à l'essai.
6. L'énumération des différents plans d'ensemble et des détails relatifs au pylône essayé, y inclus les éventuelles modifications de ces plans.
7. Une silhouette cotée du pylône sur laquelle seront indiqués les différents points d'application et la direction des efforts, ainsi qu'un tableau donnant les valeurs spécifiées de ces efforts.
8. Un schéma montrant le dispositif d'application des efforts.
9. Un descriptif succinct des moyens d'essai utilisés avec l'énumération de l'ensemble des capteurs de mesure en précisant, pour chacun d'eux, leur position dans le dispositif d'essai, leur calibrage, la précision de la chaîne de mesure et les procès-verbaux d'étalonnage ou de vérification.
10. Un tableau par essai, donnant les efforts demandés appliqués aux différents points de la structure, pour les différents paliers de charge.
11. Un tableau par essai indiquant les différents déplacements mesurés.
12. En cas de rupture:
 - un tableau indiquant les charges maximales appliquées au pylône aussitôt avant la rupture;
 - une description sommaire de la rupture;
 - les caractéristiques dimensionnelles et mécaniques des éléments rompus.
13. Des photographies de l'ensemble du pylône et éventuellement des détails de la rupture.
14. Les données météorologiques locales pendant les séquences d'essais.