

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61395

Première édition
First edition
1998-03

**Conducteurs pour lignes électriques aériennes –
Procédures d'essai de fluage
pour conducteurs câblés**

**Overhead electrical conductors –
Creep test procedures for stranded conductors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61395:1998

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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

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*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61395

Première édition
First edition
1998-03

**Conducteurs pour lignes électriques aériennes –
Procédures d'essai de fluage
pour conducteurs câblés**

**Overhead electrical conductors –
Creep test procedures for stranded conductors**

© IEC 1998 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

L

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Référence normative.....	6
3 Définitions	6
4 Unités, instrumentation et étalonnage	8
5 Sélection et préparation de l'échantillon	8
5.1 Sélection de l'échantillon.....	8
5.2 Préparation de l'échantillon	10
6 Température et variations de température	10
6.1 Variations de température	12
6.2 Précision des dispositifs de mesure de température	12
6.3 Compensation de température	12
7 Charge	12
7.1 Charge d'essai.....	12
7.2 Mesure de l'allongement	12
8 Méthode d'essai.....	12
9 Acquisition des données	14
10 Interprétation des données.....	14
Annexe A (informative) Pratiques.....	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative reference	7
3 Definitions	7
4 Units, instrumentation and calibration.....	9
5 Sample selection and preparation	9
5.1 Sample selection	9
5.2 Sample preparation	11
6 Temperature and temperature variations	11
6.1 Temperature variations	13
6.2 Accuracy of temperature measuring devices.....	13
6.3 Temperature compensation.....	13
7 Load.....	13
7.1 Test load	13
7.2 Strain measurement.....	13
8 Test procedure	13
9 Data acquisition	15
10 Data interpretation	15
Annex A (informative) Practice	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONDUCTEURS POUR LIGNES ÉLECTRIQUES AÉRIENNES – PROCÉDURES D'ESSAI DE FLUAGE POUR CONDUCTEURS CÂBLÉS

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61395 a été établie par le comité d'études 7 de la CEI: Conducteurs pour lignes électriques aériennes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
7/515/FDIS	7/516/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.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**OVERHEAD ELECTRICAL CONDUCTORS –
CREEP TEST PROCEDURES FOR STRANDED CONDUCTORS**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its Standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61395 has been prepared by IEC technical committee 7: Overhead electrical conductors.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
7/515/FDIS	7/516/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annex A is for information only.

CONDUCTEURS POUR LIGNES ÉLECTRIQUES AÉRIENNES – PROCÉDURES D'ESSAI DE FLUAGE POUR CONDUCTEURS CÂBLÉS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est principalement applicable aux essais de fluage ininterrompus de conducteurs câblés pour lignes aériennes tels que spécifiés par la CEI 61089. La procédure d'interprétation des résultats est également précisée.

L'objet de cet essai est principalement de calculer le fluage pour toutes les applications et de comparer le fluage de différents conducteurs.

Les prescriptions de la présente norme visent à une précision de 1 %. Cependant, il convient de reconnaître qu'en raison de variations se produisant pendant le processus de fabrication, le fluage obtenu lors de l'essai ne représente pas une valeur précise pour tous les conducteurs du type essayé.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de sa publication, l'édition indiquée était en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 61089:1991, *Conducteurs pour lignes aériennes à brins circulaires, câblés en couches concentriques*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

longueur d'échantillon

longueur totale du conducteur entre les dispositifs d'extrémités

3.2

longueur de référence

distance du conducteur sur laquelle le fluage est mesuré

3.3

température lors de l'essai

température moyenne relevée en trois positions pré-spécifiées le long de la longueur de référence ou, s'il est fait usage de plus de trois positions de mesure, la température moyenne relevée à des distances égales le long de la longueur de référence

OVERHEAD ELECTRICAL CONDUCTORS – CREEP TEST PROCEDURES FOR STRANDED CONDUCTORS

1 Scope

This International Standard is primarily applicable to non-interrupted creep-testing of stranded conductors for overhead lines such as those specified by IEC 61089. Procedures for interpreting the results are also included.

The object of the test is principally to calculate creep for any purpose and to compare creep of different conductors.

The requirement of this standard aims at an accuracy of 1 %. However, it should be recognized that due to variations occurring in the manufacturing process, the creep obtained in the test is not a precise value for all conductors of the type tested.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements made on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 61089:1991, *Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

3.1

sample length

total length of the conductor between the end fittings

3.2

gauge length

distance of the conductor over which the creep is measured

3.3

test temperature

mean temperature taken at the three pre-specified positions along the gauge length or, when more than three measuring positions are used, the mean temperature taken at equal distances along the gauge length

3.4

charge d'essai

charge constante s'exerçant sur le conducteur au cours de l'essai

NOTE – Celle-ci provoque l'allongement permanent et fonction du temps, dénommé «fluage».

3.5

temps de chargement

temps nécessaire à partir de la précharge, lorsque la précharge est appliquée, jusqu'à la charge d'essai ou à partir de l'absence de charge jusqu'à la charge d'essai

3.6

durée de l'essai

laps de temps s'écoulant entre le moment où la charge d'essai est atteinte et la fin de l'essai

3.7

machine d'essai de fluage

équipement complet au moyen duquel un échantillon de conducteur est tendu au cours de l'essai

3.8

matériel d'équipement d'extrémité

matériel qui assure la continuité électrique et/ou mécanique du conducteur

4 Unités, instrumentation et étalonnage

Les unités du Système International d'Unités (Unités SI) doivent être utilisées.

Pour assurer une précision reproductible de l'essai, les registres d'étalonnage de tous les instruments utilisés dans cet essai doivent être conservés. L'équipement doit être étalonné selon des normes nationales reconnues. En l'absence de telles normes, la base utilisée pour l'étalonnage doit être assortie de documents la définissant.

5 Sélection et préparation de l'échantillon

5.1 Sélection de l'échantillon

L'échantillon doit être pris à au moins 20 m de l'une des extrémités du conducteur enroulé sur le touret. Il ne doit subir aucun dommage lors du prélèvement et de la préparation. Au moins trois solides colliers doivent être disposés aux deux extrémités de l'échantillon afin d'éviter tout mouvement inter-couches, cela avant le prélèvement du touret.

La longueur d'échantillon minimale entre les dispositifs d'extrémité doit être de:

$$100 \times d + 2 \times a$$

où

$100 \times d$ est la longueur de référence minimale;

d est le diamètre du conducteur;

a est la distance entre chaque dispositif d'extrémité et la longueur de référence¹⁾.

¹⁾ Ces spécifications minimales ne sont correctes que si les extrémités sont disposées dans de la résine.

3.4**test load**

constant load acting on the conductor during the test

NOTE – This causes the permanent time dependent elongation known as creep.

3.5**loading time**

time required either from preload when preload is applied to test load or from no load to test load

3.6**duration of test**

time span between reaching test load and the end of the test

3.7**creep test machine**

complete equipment by means of which the conductor sample is tensioned during the test

3.8**end fitting**

hardware that maintains the electrical and/or the mechanical continuity of the conductor

4 Units, instrumentation and calibration

Units of the International System of Units (SI-units) shall be used.

To ensure traceable accuracy of the test, calibration records of all instruments used in the test shall be kept. The equipment shall be calibrated in accordance with nationally recognized standards. Where no such standards exist, the basis used for calibration shall be documented.

5 Sample selection and preparation**5.1 Sample selection**

The sample shall be taken at least 20 m from the end of the conductor on the drum. It shall be undamaged during removal and preparation. At least three strong hoseclips shall be placed on both ends of the sample to prevent interlayer movement, before it is cut from the drum.

The minimum sample length between the end fittings shall be:

$$100 \times d + 2 \times a$$

where

$100 \times d$ is the minimum gauge length;

d is the conductor diameter;

a is the distance between the end fitting and the gauge length.¹⁾

¹⁾ These minimum specifications are only correct when the ends are placed in resin.

La distance a doit être égale à au moins 25 % de la longueur de référence ou à 2 m en retenant la valeur la plus faible. La longueur totale coupée du conducteur doit inclure la longueur nécessaire à la pose d'un mors à chaque extrémité de l'échantillon. La figure 1 représente une configuration type.

Les longueurs d'échantillon et de référence ont été choisies en tenant dûment compte de la précision importante à laquelle les essais de fluage sont réalisés, qui est supérieure à celle des essais de traction.

Une fois que l'échantillon a été retiré du touret, il doit être maintenu aussi droit que possible. En cas d'impossibilité, la procédure ci-dessous doit être adoptée.

- a) On doit retirer deux fois la longueur d'échantillon du touret et utiliser la partie centrale comme longueur d'échantillon.
- b) Lors du lovage pour le transport, le diamètre de lovage doit être d'au moins 1,5 m.

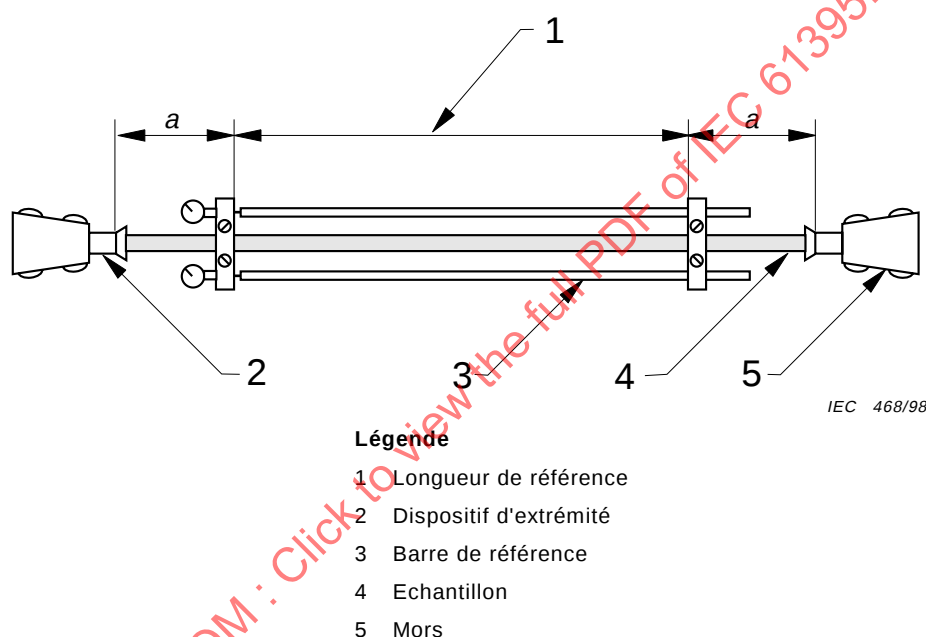


Figure 1 – Agencement type pour essai de fluage

5.2 Préparation de l'échantillon

Les dispositifs d'extrémité tels que métaux à faible point de fusion ou résine adhésive fixés aux échantillons d'essai ne doivent autoriser aucun glissement ou mouvement inter-couches.

Ces dispositifs d'extrémité doivent être installés lorsque les brins du conducteur sont concentriques. Lorsque de la graisse est appliquée sur le conducteur, la partie du conducteur maintenue dans les mors doit être dégraissée avant l'installation des dispositifs d'extrémité.

6 Température et variations de température

Pendant l'essai, la température du conducteur doit être mesurée au milieu et aux deux extrémités de la longueur de référence. Les dispositifs de mesure doivent présenter un bon contact avec l'échantillon de conducteur et être isolés des effets des mouvements d'air extérieurs au conducteur. En l'absence de spécification contraire, la température de l'essai doit être de 20 °C.

The distance, a , shall be at least 25 % of the gauge length or 2 m whichever is the smaller. The total length cut from the conductor shall include the necessary length to provide for the grips at the two ends of the sample. Figure 1 shows a typical set-up.

The sample and the gauge lengths have been chosen with due weight being given to the greater accuracy with which creep tests are conducted in comparison with tensile tests.

Once the sample has been taken from the drum, it shall be kept as straight as possible. If this is impractical the following procedure shall be adopted.

- a) Twice the sample length shall be removed from the drum, and the central part shall be used as the sample length.
- b) When recoiling for transportation, a coil diameter of 1,5 m minimum shall be used.

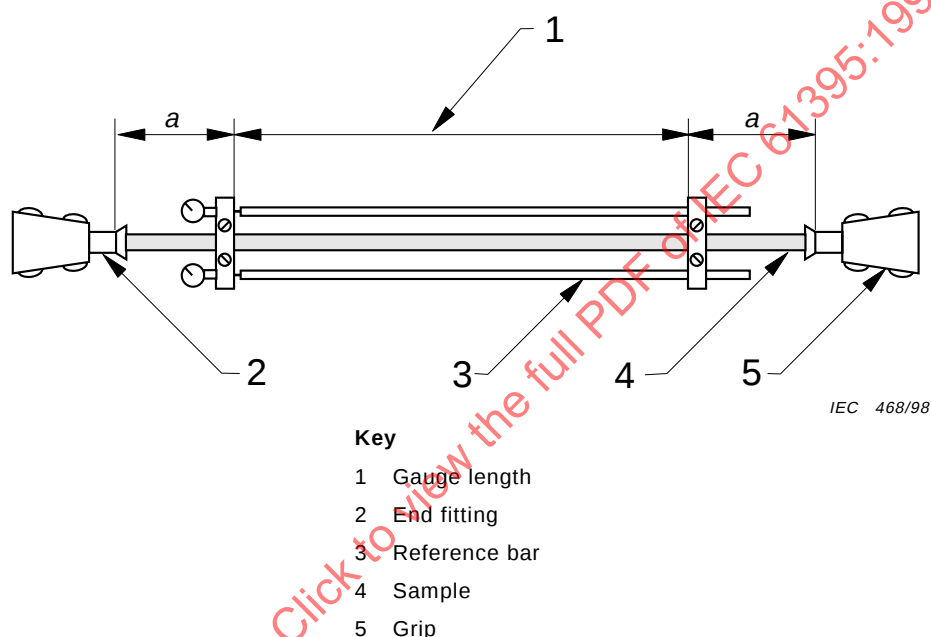


Figure 1 – Typical creep test arrangement

5.2 Sample preparation

End fittings, such as low melting point metals and resin bonding etc., attached to test samples shall not allow slippage or interlayer movement.

These end fittings shall be installed when the strands of the conductor are concentric. Where grease is applied to the conductor, the part of the conductor which is held in the grips shall be degreased prior to the installation of the end fittings.

6 Temperature and temperature variations

The conductor temperature shall be measured in the middle and at both ends of the gauge length, during the test. The measuring devices shall be in good contact with the conductor sample and be insulated against the effects of air movements outside the conductor. If not otherwise specified, the temperature of the test shall be 20 °C.

6.1 Variations de température

Les variations de température du conducteur relevées le long de la longueur de référence doivent être inférieures à 2,0 °C. Les variations de température au cours de l'essai doivent être inférieures à $\pm 2,0$ °C. Il est important de veiller à ce que des fluctuations supérieures aux tolérances ci-dessus ne se produisent pas. Il est recommandé d'avoir recours à un mode de surveillance ininterrompue de la température de l'air ou de celle du conducteur.

6.2 Précision des dispositifs de mesure de température

La précision de l'équipement utilisé pour les mesures de température doit être de $\pm 0,5$ °C. La précision du dispositif de mesure de température utilisé pour la longueur de référence doit être clairement indiquée dans le rapport d'essai. La méthode de régulation et de la mesure de température employée doit également être totalement exposée.

6.3 Compensation de température

Les variations de température doivent être compensées soit au moyen d'une référence thermique ayant un coefficient de dilatation thermique identique à celui de l'échantillon, nommé barre de référence dans la figure 1, soit au moyen d'une référence de thermocouple. Dans ce dernier cas, la variation d'allongement est alors calculée et soustraite de la mesure de fluage. On utilise pour cela les trois capteurs de température, dont la précision doit être supérieure à 0,5 °C. Il doit être clairement établi que la compensation de température est destinée à réduire la dispersion qui intervient dans les mesures, en raison du changement de longueur de l'échantillon de conducteur qui est induit uniquement par dilatation thermique. Il est impossible de compenser l'effet du changement de température sur le taux de fluage.

7 Charge

7.1 Charge d'essai

La précision de la charge d'essai doit être de l'ordre de ± 1 % ou ± 120 N, la valeur la plus grande étant retenue. Des capteurs de force doivent être utilisés pendant l'essai.

7.2 Mesure de l'allongement

La précision et le montage du dispositif de la mesure de la déformation doivent être suffisants pour déterminer l'allongement de l'échantillon de conducteur au 5×10^{-6} le plus proche. Il est permis d'utiliser des dispositifs de mesure de n'importe quel type approprié tel que comparateurs à cadran micrométriques, capteurs de déplacement à basse tension ou systèmes optiques. La rotation non contrôlée durant les essais, en particulier des longs échantillons, peut survenir et doit être soit évitée soit compensée.

8 Méthode d'essai

L'échantillon préparé selon la procédure décrite dans l'article 5 doit être disposé dans la machine d'essai de fluage. Avec certaines machines, une précharge peut être nécessaire pour la fixation des dispositifs de mesure d'allongement. Dans de tels cas, une précharge allant jusqu'à 2 % de la résistance à la traction assignée du conducteur est admise. Les périodes de précharge prolongées doivent être évitées afin de ne pas influencer la forme de la courbe de fluage. En règle générale, la précharge est limitée à 5 min.

6.1 Temperature variations

Conductor temperature variation along the gauge length shall be less than 2,0 °C. Conductor temperature variation during the test shall be less than $\pm 2,0$ °C. It is important to ensure that greater deviations than those stated above do not take place. A means of continuously monitoring the air or conductor temperature is recommended.

6.2 Accuracy of temperature measuring devices

The accuracy of the equipment used for temperature measurements shall be within $\pm 0,5$ °C. The accuracy of the temperature measuring device used on the gauge length shall be clearly stated in the test report. The method used for temperature control and measurement shall also be fully documented.

6.3 Temperature compensation

Temperature variations shall be compensated, either by using a thermal reference with the same coefficient of thermal expansion as the sample, called reference bars in figure 1, or by using a thermocouple reference. In the latter case, the strain variation is calculated and subtracted from the elongation measurements. Three temperature measuring devices are used, the accuracy of which shall be within 0,5 °C. It shall be clearly understood that the temperature compensation is to reduce the scatter in the measurement arising from the length change of the conductor sample due to thermal elongation only. The effect of temperature change on the creep rate cannot be compensated.

7 Load

7.1 Test load

The accuracy of the test load shall be within ± 1 % or ± 120 N whichever is the greater. Load cells shall be used during the test.

7.2 Strain measurement

The accuracy and the set up of the strain measuring device shall be sufficient to determine the conductor sample strain to the nearest 5×10^{-6} . The measuring devices may be of any suitable type such as micrometer dial gauges, low voltage displacement transducers or optical systems. Uncontrolled rotation during the test, especially of long samples may take place and shall be avoided or compensated for.

8 Test procedure

The sample prepared in accordance with the procedure described in clause 5 shall be placed in the creep test machine. Some machines may require a preload in order to attach the strain measuring devices. In such cases a preload of up to 2 % of the rated tensile strength of the conductor may be allowed. Prolonged period at preload shall be avoided in order not to influence the shape of the creep curve. Usually not more than 5 min at preload can be accepted.

Le temps de chargement doit être de 5 min $\pm$ 10 s. Il convient que la charge soit uniformément appliquée jusqu'à la charge d'essai et sans surcharge. S'il est nécessaire de charger par étapes, les paliers de charge ne doivent pas dépasser 20 % de la charge d'essai ²⁾. Lorsque le chargement a lieu par étapes, il convient de veiller à ce que la zone située sous le graphe de charge (dans un diagramme de contrainte en fonction du temps) soit équivalente à la ligne droite allant de la précharge ou charge nulle à la charge d'essai. La charge doit être maintenue constante pendant toute la durée de l'essai. ³⁾

9 Acquisition des données

Les mesures de fluage et de température du conducteur doivent être prises à partir du moment où la charge totale est appliquée, c'est-à-dire à la fin d'une période de 5 min allouée au chargement. Ensuite, la température du conducteur et les relevés utilisés pour le calcul des allongements par fluage doivent être espacés uniformément sur l'échelle logarithmique ⁴⁾ des temps. Ces relevés doivent être au minimum au nombre de trois dans chaque intervalle, correspondant à un décuplement. Le premier relevé correspond à l'instant zéro et à un fluage nul. Le second relevé, qui représente la première valeur de fluage, ne doit pas être pris plus de 0,02 h après le premier. Si un thermocouple de référence est utilisé pour la compensation de température, les relevés d'allongement et de température doivent être faits simultanément. La durée de l'essai doit être d'au moins 1 000 h, temps permettant de prévoir le fluage à long terme avec une précision suffisante.

La plupart des données de fluage disponibles sont fondées sur des essais de fluage à 1 000 h. La précision obtenue est supérieure avec des durées plus longues mais en raison de la représentation logarithmique, des durées très longues sont nécessaires pour que l'augmentation de précision soit significative. Il est établi qu'en raison du fluage non mesuré au début de l'essai, la courbe résultante se traduit par un fluage dans le temps d'autant plus faible que la durée de l'essai continue.

10 Interprétation des données

Si l'allongement du conducteur dû au fluage suit une loi exponentielle, le fluage mesuré pour chaque intervalle égal de temps sur l'échelle logarithmique est habituellement à peu près égal, c'est-à-dire que le fluage entre 1 h et 10 h est de la même amplitude qu'entre 100 h et 1 000 h. La ligne de régression est ajustée à une droite par la méthode des moindres carrés. Par conséquent, les concentrations de points forcent la droite à passer plus près du centre de ces concentrations ⁵⁾. Afin de réaliser une régression linéaire objective de la formule du fluage, la méthode exige d'avoir des points expérimentaux uniformément répartis tout au long de la ligne.

L'équation de fluage $\varepsilon_c = a \times t^b$ peut être transformée en

$$\log \varepsilon_c = \log a + b \times \log t$$

où

ε_c est l'allongement en % dû à la loi exponentielle du fluage,

t est le temps mesuré en heures

a et b sont des constantes.

²⁾ Cette méthode a été retenue afin que tous les échantillons soient soumis à un temps de fluage identique avant le début des mesures.

³⁾ Les vibrations non maîtrisées peuvent affecter les résultats.

⁴⁾ Les autres lectures peuvent être relevées mais il ne convient pas qu'elles interviennent dans le calcul.

⁵⁾ Les intervalles entre les relevés peuvent involontairement influencer l'équation de fluage dérivée en raison de la double échelle logarithmique du diagramme de fluage et de la légère courbe caractéristique du graphique.

The loading time shall be $5 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$. The loading should be applied evenly up to the test load, without overload. Where it is necessary to load in steps, incremental steps shall not be greater than 20 % of the test load ²⁾. When step loading is utilised, care should be taken to ensure that the area under the load graph (in a stress versus time diagram) equals that of the straight line from preload or zero load to the test load. The load shall be kept constant during the duration of the test. ³⁾

9 Data acquisition

Creep and conductor temperature measurements shall be taken from the moment the full load is applied, i.e. at the end of the 5 min allowed for the loading time. Thereafter, conductor temperature and readings to calculate the creep elongations shall be evenly spaced on the logarithmic time scale ⁴⁾. The number of these readings shall be at least three in each interval, with ten times increase of the time. The first reading corresponds to zero time and creep. The second reading, which is the first value of the creep, shall be taken not later than 0,02 h after the first reading. When a thermocouple reference is used for the temperature compensation, readings of elongation and temperature shall be made at the same moment. The duration of the test shall be at least 1 000 h, which would predict the long time creep sufficiently accurately.

Most of the creep data available are based on 1 000 h creep tests. Longer times give greater accuracy, but due to the logarithmic presentation, very long times are needed to increase the effect significantly. It is recognized that due to the unmeasured creep at the beginning of the test, the curvature will result in lower time creep the longer the test continues.

10 Data interpretation

When the conductor elongates according to power law creep, the creep measured for each equal time interval on the logarithmic scale will usually be close to equal, i.e. the creep between 1 h and 10 h is of the same magnitude as that between 100 h and 1 000 h. The regression line which is fitted to the values minimizes the sum of squares of the distances to the straight line. Concentrations of values therefore force the line to pass closer to the centre of the concentrations ⁵⁾. To make possible an unbiased linear regression to the creep formula, the method requires values to be evenly spaced along the fitted line.

The creep equation $\varepsilon_c = a \times t^b$ can be transformed to

$$\log \varepsilon_c = \log a + b \times \log t$$

where

ε_c is the elongation in % due to power law creep,

t is the time in hours

a and b are constants.

²⁾ This procedure has been chosen so that all samples experience the same amount of creep time before the measurement commences.

³⁾ Vibration if not isolated can affect results.

⁴⁾ Other readings can be taken but should not be included in the calculation.

⁵⁾ The reading intervals can unintentionally influence the derived creep equation due to the double logarithmic scale of the creep diagram and the usual slight curvature of the graph.

Dans un graphique à double échelle logarithmique donnant l'allongement en fonction du temps, les valeurs mesurées du fluage forment une courbe qui se rapproche de la ligne droite pour les durées les plus longues. Pour une droite ajustée aux valeurs, a est la valeur du fluage pour $t = 1$ h et b = la pente de la droite.

Pour calculer l'équation de fluage, une régression linéaire doit être effectuée à l'aide des valeurs entre 1 h et 1 000 h. Les valeurs de fluage à moins de 1 h sont prises pour information seulement.

A des fins de comparaison, les constantes a et b ainsi que l'allongement de longue durée calculé pour 10 années doivent être présentés dans le rapport accompagnés de la température nominale convenue et de la variation réelle de la température. Un diagramme log-log donnant l'allongement en fonction du temps jusqu'à 100 000 h doit être tracé à partir de la droite expérimentale ajustée accompagnés de la température nominale convenue et de la variation réelle de la température. Tout complément d'information tel qu'un tracé de la courbe de fluage et toute information supplémentaire doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61395:1998

In a graph of elongation versus time plotted on a log-log scale, the measured creep values will form a curve which approaches a straight line for longer times. When the line is fitted to the values, a is the intercept with the creep axis for $t = 1$ h and b is the slope of the straight line.

A linear regression shall be made using the values between 1 h and 1 000 h to calculate the creep equation. Creep values at less than 1 h are taken for information purposes only.

The constants a and b together with the calculated long time creep for 10 years for purposes of comparison shall be presented in the report, together with nominal agreed temperature and actual temperature variation. A log-log diagram shall be made with elongation versus time up to 100 000 h with the fitted straight line plotted together with the nominal and average temperatures and actual temperature variation. Any further information such as a plot of the creep curve and any additional information shall be agreed upon by the supplier and the purchaser.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61395:1998