

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1545**

Première édition
First edition
1996-01

**PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION**

**Dispositifs de connexion –
Dispositifs pour la connexion des câbles
en aluminium dans des organes de serrage
en matière quelconque et des câbles en cuivre
dans des organes de serrage en aluminium**

**Connecting devices –
Devices for the connection of aluminium
conductors in clamping units of any material
and copper conductors in aluminium bodied
clamping units**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1545: 1996

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* (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*.

* 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
1545**

Première édition
First edition
1996-01

**PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION**

**Dispositifs de connexion –
Dispositifs pour la connexion des câbles
en aluminium dans des organes de serrage
en matière quelconque et des câbles en cuivre
dans des organes de serrage en aluminium**

**Connecting devices –
Devices for the connection of aluminium
conductors in clamping units of any material
and copper conductors in aluminium bodied
clamping units**

© CEI 1996 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	4
INTRODUCTION.....	6
 Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Définitions.....	10
4 Généralités	14
5 Prescriptions générales pour les essais.....	16
6 Classification	20
7 Marquage	22
8 Caractéristiques principales	26
9 Connexion des conducteurs	26
10 Prescriptions de construction	30
11 Essais.....	34
12 Résistance à la corrosion	52
 Figure 1 – Présentation des organes de serrage en borne	 55
 Annexes	
A Couple à appliquer aux vis ISO	56
B Couple à appliquer aux vis S.A.E.....	58
C Appareil d'essai pour l'essai de rotation (voir 11.2).....	63
D Détermination de la section de l'aluminium en fonction du courant assigné et de la section du cuivre correspondante.....	64
E Arrangement des échantillons pour l'essai de cycles thermiques.....	68
F Exemples de bornes de type à vis	70
G Classes de conducteurs d'essai en aluminium	73
H Relation approximative entre les sections en millimètres carrés et les tailles AWG.....	75
J Exemples d'application pour les essais d'échauffement et de cycles thermiques	76

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
 Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions.....	11
4 General.....	15
5 General requirements for tests	17
6 Classification	21
7 Marking.....	23
8 Main characteristics	27
9 Connection of conductors.....	27
10 Constructional requirements.....	31
11 Tests	35
12 Resistance to corrosion.....	53
 Figure 1 – Presentation of clamping unit in terminal.....	 55
 Annexes	
A Torque to be applied for ISO screws.....	57
B Torque to be applied for S.A.E screws.....	59
C Test apparatus for mechanical disturbance test (see 11.2).....	63
D Determination of aluminium cross-section according to the rated current and corresponding copper cross-section	65
E Arrangement of samples for the current-cycling test.....	68
F Examples of screw-type terminals	70
G Class of aluminium test conductors	73
H Approximate relationship between square millimetres and AWG sizes.....	75
J Examples of application for temperature-rise and current-cycling tests.....	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS DE CONNEXION – DISPOSITIFS POUR LA CONNEXION DES CÂBLES EN ALUMINIUM DANS DES ORGANES DE SERRAGE EN MATIÈRE QUELCONQUE ET DES CÂBLES EN CUIVRE DANS DES ORGANES DE SERRAGE EN ALUMINIUM

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 recommandation de la CEI et la norme nationale 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 1545 a été établie par le sous-comité 23F: Dispositifs de connexion, du comité d'études 23 de la CEI: Petit appareillage.

Elle a le statut de publication groupée de sécurité conformément au guide CEI 104: Guide pour la rédaction des normes de sécurité et rôle des comités chargés de fonctions pilotes de sécurité et de fonctions groupées de sécurité (1984).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
23F/69/FDIS	23F/74/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.

Les annexes A, B, C, D et E font partie intégrante de cette norme.

Les annexes F, G, H et J sont données uniquement à titre d'information.

Dans la présente norme les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- prescriptions proprement dites: caractères romains;
- modalités d'essais: caractères italiques;
- commentaires: petits caractères romains.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONNECTING DEVICES –
DEVICES FOR THE CONNECTION OF ALUMINIUM CONDUCTORS
IN CLAMPING UNITS OF ANY MATERIAL AND COPPER CONDUCTORS
IN ALUMINIUM BODIED CLAMPING UNITS**

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. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 1545 has been prepared by sub-committee 23F: Connecting devices, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104: Guide for the drafting of safety standards, and the role of Committees with safety pilot functions and safety group functions (1984).

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

FDIS	Report on voting
23F/69/FDIS	23F/74/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.

Annexes A, B, C, D and E form an integral part of this standard.
Annexes F, G, H and J are for information only.

In this publication, the following print types are used:

- requirements proper: in roman type;
- *test specifications: in italic type;*
- explanatory matter: in smaller roman type.

INTRODUCTION

L'expérience des Etats-Unis dans les raccordements de type à vis contenant de l'aluminium montre qu'il faut que leur vérification passe par un essai de courant cyclique. Cela s'applique aux dispositifs de connexion en aluminium utilisables avec conducteurs en cuivre ou en aluminium, ou aux dispositifs de connexion ne contenant pas d'aluminium utilisables avec conducteurs en aluminium. Ces prescriptions, qui font partie de la norme ANSI UL 486E, ont été développées en prenant en compte l'usage intensif, aux Etats-Unis, de conducteurs en aluminium et de dispositifs de connexion contenant de l'aluminium.

Des recherches intensives conduites par les constructeurs et les UL sur une période de près de huit ans et terminées en 1978 ont montré que les conditions thermiques devenaient stables (asymptotiquement) avant 500 cycles, et qu'en conséquence un essai de 500 cycles avait paru suffisant. Comme la mesure des températures peut se faire facilement et de manière fiable, l'essai est basé sur des mesures de température.

Tous les dispositifs de connexion correspondants fabriqués par les plus importants constructeurs aux Etats-Unis sont conformes aux UL Listings et sont reconnus par eux depuis 1978.

Pour faciliter la compréhension des prescriptions d'essai dans cette norme, les explications suivantes ont été développées.

Cette norme concerne les dispositifs de connexion, contenant des organes de serrage, en tant que parties séparées ou délivrés comme partie intégrante d'un produit (voir figure 1).

Cas A – Une borne est considérée comme une partie séparée lorsqu'elle est soumise par le constructeur au laboratoire d'essais sans précision sur le ou les produits dans lesquels elle est utilisée.

Cas B – Une borne délivrée comme partie intégrante d'un produit spécifique est soumise par le constructeur au laboratoire d'essais dans le produit spécifique.

Cas C – Dans certains cas (par exemple borniers) la borne peut être soumise soit comme partie séparée, soit comme partie intégrante du produit.

Une borne ou un dispositif de connexion peut avoir ou non un courant assigné. Lorsqu'un courant lui est assigné, dans certains cas, le dispositif peut serrer des tailles de conducteurs plus grandes que celle correspondant à ce courant. Cela ne signifie pas qu'il sera essayé en utilisant la taille et le courant les plus élevés parce qu'il n'est en général pas conçu pour supporter un courant aussi élevé.

L'expérience des Etats-Unis relative aux dispositifs de connexion en aluminium conçus pour serrer des conducteurs en cuivre seulement a montré que, parce que l'aluminium est impliqué dans la connexion, il requiert des courants d'essai plus élevés que lorsque la connexion n'implique pas d'aluminium.

NOTES

1 Cette introduction est uniquement informative et il n'est pas prévu qu'elle fasse partie de la norme.

2 Cette norme n'a pas pour objet de couvrir les dispositifs de connexion pour les lignes d'alimentation aériennes dans les circuits de distribution publics ou privés.

INTRODUCTION

U.S. experience with screw-type terminations containing aluminium indicates that adequacy of terminations must be verified by a current-cycling test. This applies to connecting devices made of aluminium for use with copper or aluminium conductors, or non-aluminium connecting devices for use with aluminium conductors. These requirements were developed in conjunction with extensive use in the U.S. of aluminium conductors and aluminium bodied connecting devices and are contained in ANSI UL Standard 486E.

Extensive investigations conducted by the manufacturers and UL over a period of some eight years and finalized in 1978 showed that temperature conditions become stable (asymptotic) before 500 cycles and consequently 500 test cycles were found to be sufficient. Since temperature measurements can be made easily and reliably, the test is based on temperature measurements.

All the relevant connecting devices made by the major manufacturers in the U.S. comply with and carry the UL Listing since 1978.

To facilitate the understanding of the test requirements in this standard, the following explanations have been developed.

This standard covers connecting devices containing clamping units as separate entities or provided as an integral part of a product (see figure 1).

Case A – A terminal is considered as a separate entity when submitted by the manufacturer to the test house without regard to the product(s) within which it is used.

Case B – A terminal supplied as an integral part of a specific product is submitted by the manufacturer to the test house within that specific product.

Case C – In some cases (for example terminal blocks) the terminal may be submitted either as a separate entity or as an integral part of the product.

A terminal or connecting device may or may not have an assigned ampere rating. When it does, in some cases, it may accommodate conductor sizes larger than the size corresponding to this current. That does not mean that it has to be tested using the largest size and current because it is often not designed to withstand such a large current.

In aluminium connecting devices accommodating copper only, U.S. experience has indicated that, because aluminium is involved in the connection, higher copper conductor test currents are required than when the connection involves no aluminium.

NOTES

- 1 This introduction is for background information only and is not proposed to be part of the standard.
- 2 This standard does not intend to cover connecting devices for the supply of overhead lines either in distribution circuits or in private premises.

DISPOSITIFS DE CONNEXION – DISPOSITIFS POUR LA CONNEXION DES CÂBLES EN ALUMINIUM DANS DES ORGANES DE SERRAGE EN MATIÈRE QUELCONQUE ET DES CÂBLES EN CUIVRE DANS DES ORGANES DE SERRAGE EN ALUMINIUM

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux organes de serrage quelle que soit leur matière, à vis et sans vis, pour dispositifs de connexion, soit en tant que parties séparées, soit en tant que parties intégrantes des produits, pour la connexion de conducteurs électriques non préparés en aluminium (nus ou recouverts d'un revêtement) et des conducteurs en aluminium plaqués cuivre (conformes à la CEI 228), rigides (massifs ou câblés), ayant une section de 2,5 mm² jusqu'à et y compris 50 mm² et de conducteurs de tailles équivalentes AWG, avec une tension assignée ne dépassant pas 1 000 V en courant alternatif de fréquence jusqu'à et y compris 1 000 Hz, et 1 500 V en courant continu. Cette norme s'applique aussi aux organes de serrage en aluminium pour le raccordement des conducteurs en cuivre rigides (massifs ou câblés) et souples (conformes à la CEI 228), ayant une section de 0,5 mm² jusqu'à et y compris 35 mm² et des conducteurs de tailles équivalentes AWG.

Elle contient les prescriptions minimales applicables aux organes de serrage prévus pour la connexion des conducteurs.

La présente norme ne s'applique pas aux organes de serrage:

- a) pour la connexion par sertissage, brasage ou soudure;
- b) pour les circuits de données ou de signalisation;
- c) pour les bornes plates à connexion rapide, dispositifs de connexion à perçage d'isolant et capuchons de connexion par épissure, pour lesquels des parties séparées existent ou sont à l'étude.

NOTES

- 1 Aux Etats-Unis et au Canada, le paragraphe 5.5.2 concernant le traitement des spécimens et des conducteurs à essayer n'est pas acceptable.
- 2 Les conducteurs souples en aluminium ne sont pas couverts par la présente norme. La question sera étudiée lorsque ces conducteurs seront développés.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui leur est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient 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 les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 228: 1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 228A: 1982, *Ames des câbles isolés – Premier complément: Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires*

CONNECTING DEVICES – DEVICES FOR THE CONNECTION OF ALUMINIUM CONDUCTORS IN CLAMPING UNITS OF ANY MATERIAL AND COPPER CONDUCTORS IN ALUMINIUM BODIED CLAMPING UNITS

1 Scope

This International Standard applies to screw-type and screwless-type clamping units of any material for connecting devices, either as separate entities or as integral parts of products, for the connection of unprepared electrical aluminium (bare or plated) and copper-clad aluminium conductors (complying with IEC 228), rigid (solid and stranded), having a cross-sectional area of 2,5 mm² up to and including 50 mm², and equivalent AWG conductors, with a rated voltage not exceeding 1 000 V a.c. up to and including 1 000 Hz, and 1 500 V d.c. This standard also applies to aluminium bodied clamping units for the connection of rigid (solid and stranded) and flexible copper conductors (complying with IEC 228), 0,5 mm² up to and including 35 mm² and equivalent AWG conductors.

It contains the minimum requirements applicable to clamping units primarily suitable for connecting conductors.

This standard does not apply to clamping units:

- a) for connection by crimping, brazing, soldering or welding;
- b) for data and signalling circuits;
- c) for flat quick-connect terminations, insulation piercing-type connections or twist-on connecting devices, for which separate parts exist or are under consideration.

NOTES

- 1 In the USA and Canada, subclause 5.5.2 covering treatment of the specimens and conductors to be tested is not acceptable.
- 2 Flexible aluminium conductors are not covered by this standard. Upon the development of such conductors their inclusion will be considered.

2 Normative references

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

IEC 228: 1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 228A: 1982, *Conductors of insulated cables – First supplement – Guide to the dimensional limits of circular conductors*

CEI 364-5-523: 1983, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques – Chapitre 52: Canalisations – Section 523: Courants admissibles*

CEI 898: 1987, *Disjoncteurs pour installations domestiques et analogues pour la protection contre les surintensités*

CEI 947-7-1: 1989, *Appareillage à basse tension – Partie 7: Matériels accessoires – Section 1: Blocs de jonction pour conducteurs en cuivre*

CEI 998-1: 1990, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales*

CEI 998-2-1: 1990, *Dispositifs de connexion pour circuits basse tension pour usage domestique et analogue – Partie 2-1: Règles particulières pour dispositifs de connexion en tant que parties séparées à organe de serrage à vis*

CEI 999: 1990, *Dispositifs de connexion – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis pour conducteurs électriques en cuivre*

ASTM B172-71: 1990, *Specification for rope – Lay-stranded copper conductors having bunch stranded members, for electrical conductors*

ICEA S-19-81: 1992, *Rubber-insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*

ICEA S-66-524: 1991, *Cross linked-thermosetting-polyethylene insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*

ICEA S-68-516: 1991, *Ethylene-propylene-rubber insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*

NOTE – ASTM signifie American Society for Testing and Materials. ICEA signifie Insulated Cable Engineers Association, Inc.

3 Définitions

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

3.1 organe de serrage: Partie(s) d'une borne nécessaire(s) pour le serrage mécanique et la connexion électrique du ou des conducteurs, y compris les parties qui sont nécessaires pour assurer une pression de contact correcte.

NOTE – Voir des exemples à la figure 1 et à l'annexe F.

3.2 borne: Partie unipolaire conductrice, composée d'un ou de plusieurs organes de serrage, isolée si nécessaire.

3.3 dispositif de connexion: Dispositif pour la connexion électrique d'un ou plusieurs conducteurs, comprenant une ou plusieurs bornes, soit fixé à une base, soit faisant partie intégrante du produit.

IEC 364-5-523: 1983, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 52: Wiring systems – Section 523: Current-carrying capacities*

IEC 898: 1987, *Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 947-7-1: 1989, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7: Ancillary equipment – Section one: Terminal blocks for copper conductors*

IEC 998-1: 1990, *Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 998-2-1: 1990, *Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-1: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screw-type clamping units*

IEC 999: 1990, *Connecting devices – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units for electrical copper conductors*

ASTM B172-71: 1990, *Specification for rope – Lay-stranded copper conductors having bunch stranded members, for electrical conductors*

ICEA S-19-81: 1992, *Rubber-insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*

ICEA S-66-524: 1991, *Cross linked-thermosetting-polyethylene insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*

ICEA S-68-516: 1991, *Ethylene-propylene-rubber insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*

NOTE – ASTM stands for American Society for Testing and Materials. ICEA stands for Insulated Cable Engineers Association, Inc.

3 Definitions

For the purpose of this International Standard the following definitions apply:

3.1 clamping unit: The part(s) of a terminal necessary for the mechanical clamping and the electrical connection of the conductor(s), including the parts which are necessary to ensure the correct contact pressure.

NOTE – See figure 1 and annex F for examples.

3.2 terminal: A conductive part of one pole, composed of one or more clamping units and insulation, if necessary.

3.3 connecting device: Device for the electrical connection of one or more conductors, comprising one or more terminals, either fixed to a base or forming an integral part of the product.

3.4 organe de serrage de type à vis: Organe de serrage pour la connexion et la déconnexion ultérieure d'un conducteur ou l'interconnexion et la déconnexion ultérieure de deux ou plusieurs conducteurs, la connexion étant faite, directement ou indirectement, au moyen de vis ou d'écrous de tous types.

3.4.1 organe de serrage à trou: Organe de serrage de type à vis, dans lequel l'âme d'un conducteur est introduite dans un trou ou dans un logement, où elle est serrée sous le corps d'une ou des vis. La pression de serrage peut être appliquée directement par le corps de la vis ou au moyen d'une partie intermédiaire à laquelle la pression est appliquée par le corps de la vis.

NOTE – Des exemples d'organes de serrage à trou sont donnés aux figures F.3 et F.4.

3.4.2 organe de serrage à serrage sous tête de vis: Organe de serrage à vis dans lequel l'âme d'un conducteur est serrée sous la tête d'une vis. La pression de serrage peut être appliquée directement par la tête de la vis ou au moyen d'une partie intermédiaire, telle qu'une rondelle, une plaquette ou un dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper.

NOTE – Des exemples d'organes de serrage à serrage sous tête de vis sont donnés aux figures F.1 et F.2.

3.4.3 organe de serrage à goujon fileté: Organe de serrage à vis dans lequel l'âme d'un conducteur est serrée sous un écrou. La pression de serrage peut être appliquée directement par un écrou de forme appropriée ou au moyen d'une partie intermédiaire, telle qu'une rondelle, une plaquette ou un dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper.

NOTE – Des exemples d'organes de serrage à goujon fileté sont donnés à la figure F.2 e).

3.4.4 organe de serrage à plaquette: Organe de serrage à vis dans lequel l'âme d'un conducteur est serrée sous une plaquette ou moyen de deux ou plusieurs vis ou écrous.

NOTE – Des exemples d'organes de serrage à plaquettes sont donnés aux figures F.2 c) et F.2 d)

3.4.5 organe de serrage à capot taraudé: Organe de serrage à vis dans lequel l'âme d'un conducteur est serrée contre le fond d'une fente pratiquée dans un goujon fileté, au moyen d'un écrou ou d'une rondelle de forme appropriée placée sous l'écrou, ou au moyen d'un téton central si l'écrou est un écrou borgne ou par d'autres moyens aussi efficaces pour transmettre la pression à l'âme à l'intérieur de la fente.

NOTE – Un exemple d'organe de serrage à capot taraudé est donné à la figure F.5.

3.5 organe de serrage de type sans vis: Organe de serrage pour la connexion et la déconnexion ultérieure d'un conducteur ou l'interconnexion et la déconnexion ultérieure de deux ou plusieurs conducteurs, la connexion étant faite directement ou indirectement, sans l'usage de vis.

3.5.1 organe de serrage universel: Organe de serrage pour tous types de conducteurs.

3.5.2 organe de serrage non universel: Organe de serrage pour certains types de conducteurs uniquement.

Par exemple:

- organe de serrage pousse-fil pour conducteurs massifs uniquement;
- organe de serrage pousse-fil pour conducteurs rigides (massifs et câblés) uniquement.

3.6 organe de serrage en aluminium: Organe de serrage dans lequel un ou plusieurs composants participant à son comportement mécanique sont fabriqués en aluminium ou en alliage d'aluminium.

3.4 screw-type clamping unit: A clamping unit for the connection and subsequent disconnection of one conductor or the interconnection and subsequent disconnection of two or more conductors, the connection being made, directly or indirectly, by means of screws or nuts of any kind.

3.4.1 pillar clamping unit: Screw-type clamping unit, in which the conductor is inserted into a hole or cavity, where it is clamped under the shank of the screw or screws. The clamping pressure may be applied directly by the shank of the screw or through an intermediate part to which pressure is applied by the shank of the screw.

NOTE – Examples of pillar clamping units are given in figures F.3 and F.4.

3.4.2 screw clamping unit: Screw-type clamping unit, in which the conductor is clamped under the head of the screw. The clamping pressure may be applied directly by the head of the screw or through an intermediate part, such as a washer, clamping plate or an anti-spread device.

NOTE – Examples of screw clamping units are given in figures F.1 and F.2.

3.4.3 stud clamping unit: Screw-type clamping unit, in which the conductor is clamped under the nut. The clamping pressure may be applied directly by a suitably shaped nut or through an intermediate part, such as a washer, clamping plate or an anti-spread device.

NOTE – Examples of stud clamping units are given in figure F.2 e).

3.4.4 saddle clamping unit: Screw-type clamping unit, in which the conductor is clamped under a saddle by means of two or more screws or nuts.

NOTE – Examples of saddle clamping units are given in figures F.2 c) and F.2 d).

3.4.5 mantle clamping unit: Screw-type clamping unit, in which the conductor is clamped against the base of a slot in a threaded stud by means of a nut, by a suitably shaped washer under the nut, by a central peg if the nut is a cap nut, or by an equally effective means for transmitting the pressure from the nut to the conductor within the slot.

NOTE – An example of a mantle clamping unit is given in figure F.5.

3.5 screwless-type clamping unit: A clamping unit, for the connection and subsequent disconnection of one conductor or the interconnection and subsequent disconnection of two or more conductors, the connection being made directly or indirectly by means other than screws.

3.5.1 universal clamping unit: A clamping unit for all types of conductors.

3.5.2 non-universal clamping unit: A clamping unit for certain types of conductors only.

For example:

- push-wire clamping unit for solid conductors only;
- push-wire clamping unit for rigid (solid and stranded) conductors only.

3.6 aluminium bodied clamping unit: A clamping unit for which one or more of the components associated with the mechanical behaviour of the clamping unit is made of aluminium or aluminium alloy.

3.7 capacité de connexion assignée: Section du plus gros conducteur rigide pouvant être raccordé, déclarée par le constructeur de l'organe de serrage.

NOTE – La capacité de connexion assignée est équivalente à la limite supérieure de la gamme de sections assignées de la CEI 947-7-1 ou l'équivalent AWG.

3.8 courant assigné: Valeur du courant fixée par le constructeur.

3.9 température ambiante: Température de l'air entourant l'organe de serrage, y compris son enveloppe éventuelle.

3.10 échauffement: Différence entre la température de la partie essayée, mesurée en charge selon la spécification d'essai et la température ambiante.

3.11 conducteur non préparé: Conducteur qui a été coupé et dont l'isolation a été retirée en vue de son insertion dans une borne.

NOTE – Un conducteur dont la forme est arrangée pour qu'il soit introduit dans une borne ou dont les torons sont torsadés pour en consolider l'extrémité est considéré comme un conducteur non préparé.

3.12 conducteur préparé: Conducteur dont l'extrémité dénudée est revêtue par l'installateur, ou munie d'un oeillet, d'un embout, d'une cosse, etc.

3.13 surface de contact traitée d'un conducteur (conducteur traité): Surface de contact d'un conducteur dont les brins externes ont eu leurs couches d'oxyde enlevées par brossage et/ou ont reçu un produit déposé pour améliorer le contact et/ou prévenir la corrosion.

3.14 égaliseur: Dispositif utilisé dans la boucle d'essai pour assurer un point équipotentiel (et une circulation de courant uniforme) dans une âme câblée, sans effets indésirables sur la température du ou des conducteurs.

3.15 conducteur de référence: Longueur d'âme conductrice sans raccordement, de type et taille identiques aux conducteurs utilisés dans la boucle d'essai, et connectée en série dans le même circuit. Elle est utilisée pour déterminer la température et, si nécessaire, la résistance électrique de référence.

3.16 coefficient de stabilité S: Mesure de la stabilité de la température d'un organe de serrage au cours de l'essai de cycles thermiques.

3.17 plage: Partie d'une borne servant à établir la connexion avec le produit.

NOTE – N'est pas valable pour la version française.

4 Généralités

Les organes de serrage doivent être conçus et construits de façon qu'en usage normal leur fonctionnement soit sûr et que l'utilisateur ou l'entourage ne puissent pas être mis en danger (ainsi que défini dans le guide 104 de la CEI).

La conformité est vérifiée en exécutant la totalité des essais prescrits.

3.7 rated connecting capacity: The cross-sectional area of the largest rigid conductor to be connected, as stated by the manufacturer of the clamping unit.

NOTE – The rated connecting capacity is equivalent to the upper limit of the rated cross-section range of IEC 947-7-1 or the equivalent AWG.

3.8 rated current: Current assigned to the device by the manufacturer.

3.9 ambient temperature: The temperature of the air surrounding the clamping unit along with its enclosure, if any.

3.10 temperature rise: The difference between the temperature of the part under test, measured under load according to the test specification, and the ambient temperature.

3.11 unprepared conductor: A conductor which has been cut and the insulation of which has been removed for insertion into a terminal.

NOTE – A conductor, the shape of which is arranged for introduction into a terminal or the strands of which are twisted to consolidate the end, is considered to be an unprepared conductor.

3.12 prepared conductor: A conductor the stripped end of which is plated by the installer or fitted with an eyelet, sleeve, cable lug, etc.

3.13 treated contact area of a conductor (treated conductor): The contact area of a conductor that has had its oxide layer on the outside strands scraped away and/or has had a compound added to improve connectability and/or prevent corrosion.

3.14 equalizer: Arrangement used in the test loop to ensure a point of equipotential (and uniform current flow) in a stranded conductor without adversely affecting the temperature of the conductor(s).

3.15 reference conductor: A continuous length of the same type and size conductor as that used in the clamping unit under test and connected in the same series circuit. It enables the reference temperature and, if required, reference resistance to be determined.

3.16 stability factor S: The measure of temperature stability of a clamping unit during the current cycling test.

3.17 palm: The part of a terminal used to make the connection to a product.

NOTE – Equivalent terms are spade, tang and blade.

4 General

Clamping units shall be so designed and constructed that, in normal use, their performance is reliable and without danger to the user or the surroundings (as defined in IEC guide 104).

Compliance is checked by carrying out all tests specified.

5 Prescriptions générales pour les essais

5.1 Il est prévu que les essais conformes à la présente norme soient des essais de type. Ils sont effectués comme essais de la norme spécifique du produit, stipulés par le comité d'études concerné.

5.2 Sauf spécification contraire du comité d'études concerné, un organe de serrage doit satisfaire aux essais spécifiés dans le tableau 1 lorsque des lots séparés de spécimens y sont soumis.

5.2.1 L'essai d'échauffement n° 1 pour le lot de spécimens n° 3 n'est pas nécessaire dans le cas d'utilisation de conducteurs en cuivre.

Tableau 1 – Séquences d'essais pour tous les organes de serrage

Numéro du lot de spécimens	Section du conducteur	Paragraphe	Séquence d'essais
1	La plus grosse	11.1	Adaptation et serrage du conducteur
2	La plus grosse	11.4	Réutilisation
3 a Parties séparées	La plus grosse	11.5 11.2 11.5 11.3 11.6	Essai d'échauffement n° 1 Rotation Essai d'échauffement n° 2 Traction Essai de courbure (bornes sans vis)
4 a Parties séparées	La plus petite	11.2 11.3 11.6	Rotation Traction Essai de courbure (bornes sans vis)
5 a Parties séparées	La plus grosse	11.7	Cycles thermiques
3 b Partie intégrante d'un produit	Conforme à la norme spécifique du produit **	Voir 3 a	Voir 3 a
4 b Partie intégrante d'un produit	La plus grosse * et la plus petite	Voir 4 a	Voir 4 a
5 b Partie intégrante d'un produit	Conforme à la norme spécifique du produit **	Voir 5 a	Voir 5 a
* Si cette section n'a pas subi l'essai en 3 b. ** A titre de guide voir l'annexe D.			

5.2.2 Les essais avec conducteur en aluminium sont représentatifs des essais avec conducteur en aluminium revêtu de cuivre.

5.3 Les essais sont effectués dans un environnement exempt de courants d'air, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, exception faite pour les cycles thermiques en 11.7.7.10.

5 General requirements for tests

5.1 Tests according to this standard are intended to be type tests. They are carried out as tests of the product standard to be specified by the relevant technical committee.

5.2 Unless otherwise specified by the relevant technical committee, a clamping unit shall perform acceptably when separate sets of samples are subjected to the tests specified in table 1.

5.2.1 The temperature rise test no. 1 for specimen set no. 3 need not be conducted when using copper wire.

Table 1 – Test sequences for all clamping units

Set of specimens number	Conductor cross-sectional area	Subclause	Test sequence
1	Largest	11.1	Conductor accommodation and clamping
2	Largest	11.4	Re-usability
3 a Separate entities	Largest	11.5 11.2 11.5 11.3 11.6	Temperature rise test no. 1 Mechanical disturbance Temperature rise test no. 2 Pull-out Bending (screwless)
4 a Separate entities	Smallest	11.2 11.3 11.6	Mechanical disturbance Pull-out Bending (screwless)
5 a Separate entities	Largest	11.7	Current cycling
3 b Integral part of a product	As specified by the relevant product standard **	Same as 3 a	Same as 3 a
4 b Integral part of a product	Both largest * and smallest	Same as 4 a	Same as 4 a
5 b Integral part of a product	As specified by the relevant product standard **	Same as 5 a	Same as 5 a
* Provided it is not already tested in 3 b. ** Refer to annex D as a guide.			

5.2.2 Tests with aluminium wire are representative of tests with copper-clad aluminium wire.

5.3 Tests are made in a draught-free environment at an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ except for current cycling according to 11.7.7.10.

5.4 Conducteur d'essai

5.4.1 *Pour les organes de serrage prévus pour Al ou Al-Cu, les essais doivent être réalisés avec des conducteurs en aluminium de classe A et/ou B.*

Classe A: Ames massives en alliage de la série 8 000 avec une limite élastique à la traction de 104-152 MPa, une élongation minimale de 10 % et une résistivité volumique moyenne maximale de 0,0283 $\mu\Omega\cdot m$.

Ames câblées en alliage des séries 1350-H16, -H19 ou -H26 avec une limite élastique à la traction de 114-200 MPa, une élongation minimale de 1,5 % et une résistivité volumique moyenne maximale de 0,0282 $\mu\Omega\cdot m$.

Classe B: Ames massives et câblées en alliage de la série 1370 avec une limite élastique à la traction de 90-180 MPa, une élongation de 1-4 % et une résistivité de 0,0283 $\mu\Omega\cdot m$.

NOTE – Voir, à l'annexe G, des explications et les raisons de la création de deux classes.

5.4.2 *Le conducteur d'essai en cuivre doit être conforme à la CEI 227-3 ou comme déclaré par le constructeur.*

5.4.3 *Les essais doivent être réalisés avec les types de conducteurs pour lesquels la borne est prévue, qui sont: souples, rigides (massifs ou câblés) et en aluminium ou en cuivre, conformément à 11.7.4.*

Chaque combinaison doit être essayée avec de nouveaux spécimens.

NOTE – Les câbles souples ne sont pas disponibles en aluminium.

5.4.4 Préparation des conducteurs

Une longueur suffisante d'isolation doit être enlevée soigneusement immédiatement avant l'essai pour rendre possible une connexion correcte. Le conducteur doit être installé de façon qu'il reste une longueur d'âme dénudée de 6-13 mm (1/4-1/2 inch) entre la face d'entrée de la borne et le début de l'isolation. Il n'est admis ni élimination mécanique ni traitement chimique de la couche superficielle d'oxyde du conducteur qui est introduit dans l'organe de serrage, sauf spécification contraire du constructeur, selon la classification de 6.2.

5.5 Conditionnement des spécimens à essayer

5.5.1 *Les spécimens classés selon 6.1 sont essayés non traités.*

5.5.2 *Les spécimens classés selon 6.2 sont essayés traités d'après les recommandations du constructeur.*

NOTE – Aux Etats-Unis et au Canada le traitement de surface des spécimens et des conducteurs à essayer n'est pas accepté.

5.6 *Chaque lot de spécimens du tableau 1 utilisera des spécimens séparés.*

5.7 *Chaque lot de spécimens consiste en au moins quatre spécimens pour chaque sorte d'organe de serrage. Dans le cas de combinaisons multiples de conducteurs, un lot de spécimens comprendra le nombre suffisant de spécimens pour assurer l'essai de la ou des combinaisons d'organes de serrage et de conducteurs la plus défavorable.*

5.4 Test conductor

5.4.1 *For clamping units designated Al or Al-Cu, the aluminium test conductors shall be class A and/or B.*

Class A: Solid, 8 000 series alloy conductors having a tensile strength of 104-152 MPa, elongation of 10 % minimum, 0,0283 $\mu\Omega\cdot\text{m}$ maximum average volume resistivity.
Stranded – 1350-H16, -H19 or -H26 alloy conductors having a tensile strength of 114-200 MPa, elongation of 1,5 % minimum and 0,0282 $\mu\Omega\cdot\text{m}$ maximum average volume resistivity.

Class B: Solid and stranded, 1370 alloy conductors having a tensile strength of 90-180 MPa, elongation of 1-4 % and resistivity of 0,0283 $\mu\Omega\cdot\text{m}$.

NOTE – See annex G for explanations and reasons for creating two classes.

5.4.2 *The copper test conductor shall be according to IEC 227-3 or as stated by the manufacturer.*

5.4.3 *Tests shall be performed using the types of conductors for which the terminal is designated, that is: flexible, rigid (solid or stranded) and using aluminium or copper, as given in 11.7.4.*

Separate specimens shall be tested for each combination.

NOTE – Flexible cables are not available in aluminium.

5.4.4 Conductor preparation

A sufficient length of insulation shall be carefully removed immediately prior to installation to enable a proper connection to be made. The wire shall be positioned so that 6-13 mm (1/4-1/2 inch) of the bare conductor is exposed between the wire-entry face of the terminal and the beginning of the insulation. There shall be no mechanical removal or chemical treatment of the oxide surface of the conductor entering the clamping unit, unless otherwise specified by the manufacturer and so classified per 6.2.

5.5 Conditioning of the specimens to be tested

5.5.1 *Specimens of products classified under 6.1 are tested untreated.*

5.5.2 *Specimens of products classified under 6.2 are tested treated according to the recommendation of the manufacturer.*

NOTE – In the USA and Canada covering treatment of the specimens and conductors to be tested is not acceptable.

5.6 *Separate specimens are to be used for each specimen set in table 1.*

5.7 *Each specimen set is to consist of at least four specimens for each style of clamping unit. In case of multiple combinations of conductors, the specimen set will comprise the number of specimens sufficient to cover the most unfavourable combination(s) of clamping units and conductor(s) to be tested.*

5.8 *Si un seul des spécimens ne passe pas l'essai à cause d'une erreur de fabrication ou de montage non représentative de sa conception, cet essai ainsi que ceux qui l'ont précédé et qui ont pu influencer le résultat doivent être répétés sur un autre lot complet de spécimens qui devront tous satisfaire aux essais répétés. Les prescriptions de la norme seront alors satisfaites.*

Un lot supplémentaire de quatre spécimens, qui pourrait être nécessaire pour la répétition d'un essai, peut être fourni en même temps que le premier lot. Si le lot supplémentaire n'est pas fourni en même temps que le premier lot, tous les essais doivent être recommencés.

5.9 *Le couple appliqué lors du serrage doit être spécifié par le constructeur. Si ce n'est pas le cas, utiliser l'annexe A pour la visserie ISO (voir CEI 998-2-1) ou l'annexe B pour la visserie S.A.E. Voir le paragraphe 11.7.3 pour la valeur du couple appliqué dans l'essai de cycles thermiques.*

Il n'est permis aucun resserrage entre les essais à l'intérieur d'une même séquence.

Les dispositifs de connexion ayant des organes de serrage manoeuvrables par plusieurs moyens (par exemple une tête hexagonale fendue) seront soumis à un nombre d'essais égal au nombre de moyens de manoeuvre en utilisant les valeurs appropriées du couple de serrage. Des lots de spécimens séparés seront utilisés pour chaque valeur du couple.

Durant l'essai, l'organe de serrage ne doit pas être endommagé, par exemple vis cassée, tête de la vis, filetage, rondelle ou étrier détériorés, au point d'empêcher leur utilisation ultérieure.

Le tournevis doit avoir une lame adaptée à la tête de vis à essayer. Le couple doit être appliqué progressivement et de façon continue jusqu'à ce que la valeur prescrite soit atteinte.

5.10 *Les essais ne doivent pas avoir pour conséquence la cassure du conducteur ou de brins d'âme câblée, la détérioration du filetage, l'arrachage de certaines parties, ou tout autre dommage à l'organe de serrage. La cassure du conducteur ou de brins d'âme câblée est déterminée par examen de l'organe de serrage assemblé encore monté. Si le conducteur ou un brin d'âme câblée est visiblement détaché, la cassure est considérée comme s'étant produite.*

Un organe de serrage prévu pour un conducteur en aluminium et câble souple en cuivre peut entraîner la cassure de brins de câble souple, sans que ce nombre ne puisse dépasser 5 % du nombre total de brins.

NOTE – La conception (voir figure F.3 a)) d'organes de serrage pour conducteurs en aluminium nécessite une force importante. Lorsqu'ils sont utilisés pour serrer des câbles souples en cuivre, il peut en résulter une plus grande déformation de l'âme du conducteur souple qui peut entraîner la cassure de ses brins. 5 % de brins cassés sur le nombre total de brins est acceptable. Cela sera déterminé par comptage du nombre de brins cassés, avant déconnexion.

5.11 *Aucun brin du conducteur ne peut s'échapper de l'enveloppe de l'organe de serrage.*

6 Classification

6.1 *Conducteurs et organes de serrage non traités*

6.2 *Conducteurs et/ou organes de serrage traités*

Le produit de traitement, si nécessaire, doit figurer sur le catalogue et être disponible chez le constructeur.

NOTE – Aux Etats-Unis et au Canada le traitement de surface des spécimens et des conducteurs à essayer n'est pas accepté.

5.8 *If only one of the specimens does not satisfy a test due to an assembly or manufacturing fault, which is not representative of the design, that test and any preceding ones which may have influenced the results of the test shall be repeated on another full set of specimens, all of which shall comply with the repeated test requirements. The standard is then met.*

A supplementary set of four specimens, which may be necessary for the repetition of a test, may be supplied at the same time as the first set. If the supplementary set is not supplied at the same time as the first one, all the tests shall be repeated.

5.9 *The torque applied when tightening shall be stated by the manufacturer. If not stated, use annex A for ISO screws (see IEC 998-2-1) or annex B for S.A.E screws. See 11.7.3 for the torque to be used in the current-cycling test.*

No re-tightening shall be permitted between tests within a test sequence.

Connecting devices having clamping screws with multiple tightening means (for example, a slotted hexagonal head screw) are to be tested according to the number of tightening means, using appropriate values of torque. Use separate sets of specimens for each torque value.

During the test the clamping unit shall not be damaged such as by the breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups, such as to impair their further use.

The shape of the blade of the test screwdriver shall fit the head of the screws to be tested. The torque is to be applied smoothly and uniformly until the prescribed torque value is obtained.

5.10 *As a result of the tests, there shall be no breakage of the conductor or any strand of a stranded wire, stripping of threads, tearing of parts, or other damage to the clamping unit. Breaking of the conductor or any strand of a stranded conductor is to be determined by examination of the complete clamping unit assembly while still intact. If the conductor or a strand of a stranded conductor becomes visibly unattached, breakage is considered to have occurred.*

Clamping units designed for aluminium conductors accommodating flexible copper conductors may allow up to 5 % breakage of the number of strands in the flexible conductor.

NOTE – The design (see figure F.3 a)) of clamping units for aluminium conductors requires high force concentration. When used on flexible copper conductors, this results in greater deformation of the flexible conductor which tends to break its strands. A 5 % breakage allowance on the flexible copper conductor is acceptable. This is determined by counting the number of broken strands while still connected.

5.11 *No strand of the conductor may move out beyond the envelope of the clamping unit.*

6 Classification

6.1 *Untreated conductors and clamping units*

6.2 *Treated conductors and/or clamping units*

The compound, if needed, shall be available by catalogue to be purchased from the manufacturer.

NOTE – In USA and Canada, covering treatment of the specimens and conductors to be tested is not acceptable.

7 Marquage

7.1

Tableau 2

Type de marquage	Sur le dispositif de connexion	Sur ou avec le plus petit emballage	Paragraphe
- Pour les parties séparées, nom et identification du constructeur	**	**	7.1.1
- Pour les parties séparées, référence du constructeur, par exemple numéro du catalogue ou de la pièce détachée	*	**	7.1.2
- Type de conducteurs acceptés	*	**	7.3
- Section des conducteurs acceptés	*	**	7.4
- Conducteurs traités ou non traités		**	7.5
- Longueur à dénuder (si elle n'est pas visible)		**	7.6
- Couple de serrage		**	7.7
- Outillage spécial ou d'usage général pour types sans vis		**	7.8
- Courant assigné du produit			7.9
* Obligatoire si applicable ** Obligatoire			
NOTE - Lorsque le dispositif fait partie d'un produit, le nom du constructeur ou la marque commerciale et la référence du type peuvent être marqués sur le produit s'ils ne le sont pas sur le dispositif de connexion.			

7.1.1 Pour les dispositifs de connexion considérés comme parties séparées, le nom du constructeur, la marque commerciale ou l'identification doivent apparaître sur le dispositif de connexion.

7.1.2 La référence du type doit apparaître autant que possible sur la partie séparée, et sur ou avec le plus petit emballage.

7.1.3 Les dispositifs de connexion faisant partie d'un produit, ne nécessitent pas de marquage.

NOTE - Il convient que les dispositifs de connexion qui ne sont pas marqués avec le nom du constructeur et la référence du type, et qui se réclament de la présente norme soient essayés ou qu'ils aient une documentation indiquant que les essais ont été effectués.

7.2 La documentation du constructeur doit spécifier la ou les classes de conducteurs en aluminium, et le ou les alliages utilisables, conformément à 5.4.1.

7.3 Les types de conducteurs que peut accepter l'organe de serrage doivent être indiqués sur ou avec le plus petit emballage. Chaque fois que cela est possible le marquage doit aussi apparaître sur le dispositif de connexion. Les tableaux 3A et 3B spécifient le marquage des conducteurs respectivement non traités et traités.

7 Marking

7.1

Table 2

Type of marking	On connecting device	On or with smallest package unit	Subclause
- For separate entities, manufacturer's name or identification	**	**	7.1.1
- For separate entities, manufacturer's type reference, e.g. catalogue number or part number	*	**	7.1.2
- Type of conductors accommodated	*	**	7.3
- Size of conductors accommodated	*	**	7.4
- Treated versus untreated conductors		**	7.5
- Strip length (when not apparent)		**	7.6
- Torque required		**	7.7
- Special and general purpose tools for screwless-type clamping units		**	7.8
- Product rated current	*	**	7.9
Code: * = Required if it fits ** = Required			
NOTE - When the device is an integral part of a product, the manufacturer's name or trademark and type reference may be marked on the product if they are not marked on the connecting device.			

7.1.1 For connecting devices considered as separate entities, the manufacturer's name, trade mark or identification shall appear on the connecting device.

7.1.2 The type reference shall appear on a separate entity whenever possible, and on or with the smallest package unit.

7.1.3 Connecting devices forming an integral part of a product do not require marking.

NOTE - Connecting devices that are not marked with a manufacturer's name and type reference that have passed this standard should be tested or have documentation that they have passed the standard.

7.2 The manufacturer's literature shall specify the aluminium conductor class(es) and alloy(s) according to 5.4.1.

7.3 The types of conductors accommodated by the clamping unit shall appear on or with the smallest package unit. Whenever possible, the marking shall also appear on the connecting device. Tables 3A and 3B specify the marking for untreated and treated conductors, respectively.

Tableau 3A – Marquage pour conducteurs non traités

Matière du conducteur Matière de l'organe de serrage Type de conducteur	Al		Al ou Cu **		Cu	
	Al	Cu + autres	Al	Cu + autres	Al	Cu * + autres
Massif	Al s	Al s	Al s/Cu s	Al s/Cu s	Cu s	s
Rigide câblé	Al r	Al r	Al r/Cu r	Al r/Cu r	Cu r	r
Souple	-	-	Cu f	Cu f	Cu f	f
Tous les types	Al	Al	Al/Cu	Al/Cu	Cu	Pas de marquage

NOTE – Dans ce tableau, s signifie massif, r signifie rigide câblé et f signifie souple.

* Voir la CEI 999.
 ** Dans le cas d'autres combinaisons de matières et de types de conducteurs non prévues, utiliser la combinaison appropriée de symboles du tableau. Par exemple pour des conducteurs massifs en aluminium et tous types de conducteurs en cuivre, le marquage serait Al s/Cu.

Tableau 3B – Marquage pour conducteurs traités

Matière du conducteur Matière de l'organe de serrage Type de conducteur	Al		Al ou Cu **		Cu	
	Al	Cu + autres	Al	Cu + autres	Al	Cu * + autres
Massif	Al s-t	Al s-t	Al s-t/Cu s	Al s-t/Cu s	Cu s	s
Rigide câblé	Al r-t	Al r-t	Al r-t/Cu r	Al r-t/Cu r	Cu r	r
Souple	-	-	Cu f	Cu f	Cu f	f
Tous les types	Al-t	Al-t	Al-t/Cu	Al-t/Cu	Cu	Pas de marquage

NOTE – Dans ce tableau t signifie traité, s signifie massif, r signifie rigide câblé et f signifie souple.

* Voir la CEI 999.
 ** Dans le cas d'autres combinaisons de matières et de types de conducteurs non prévues, utiliser la combinaison appropriée de symboles du tableau. Par exemple pour des conducteurs massifs en aluminium et tous types de conducteurs en cuivre, le marquage serait Al s-t/Cu.

7.4 La section des conducteurs raccordables par l'organe de serrage doit être indiquée sur ou avec le plus petit emballage. Lorsque cela est possible, le marquage doit aussi apparaître sur l'organe de serrage.

7.5 La procédure de traitement du conducteur et/ou de l'organe de serrage par l'utilisateur, incluant l'identification du ou des produits si nécessaire, telle que définie en 3.13, doit être spécifiée sur ou avec le plus petit emballage.

7.6 La longueur d'isolation du conducteur à enlever avant son insertion dans l'organe de serrage, quand elle n'est pas visible, doit être indiquée sur ou avec le plus petit emballage.

7.7 Le couple de serrage lorsqu'il est spécifié par le constructeur, conformément à 5.9, doit être spécifié sur ou avec le plus petit emballage.

7.8 Pour les organes de serrage sans vis, l'outillage spécial ou non spécial qui doit être utilisé doit être spécifié sur ou avec le plus petit emballage.

Table 3A – Marking for accommodating untreated conductors

Conductor material Clamping unit material	Al		Both **		Cu	
	Al	Cu + others	Al	Cu + others	Al	Cu * + others
Conductor type						
Solid	Al s	Al s	Al s/Cu s	Al s/Cu s	Cu s	s
Rigid stranded	Al r	Al r	Al r/Cu r	Al r/Cu r	Cu r	r
Flexible	-	-	Cu f	Cu f	Cu f	f
All types	Al	Al	Al/Cu	Al/Cu	Cu	No marking
NOTE – In this table, s means solid, r means rigid stranded and f means flexible.						
* See IEC 999.						
** In the case of other conductor type and material combinations not specified, use the appropriate combination of symbols from the table, e.g. for solid aluminium conductors and all types of copper conductors, the marking is Al s/Cu.						

Table 3B – Marking for accommodating treated conductors

Conductor material Clamping unit material	Al		Both **		Cu	
	Al	Cu + others	Al	Cu + others	Al	Cu * + others
Conductor type						
Solid	Al s-t	Al s-t	Al s-t/Cu s	Al s-t/Cu s	Cu s	s
Rigid stranded	Al r-t	Al r-t	Al r-t/Cu r	Al r-t/Cu r	Cu r	r
Flexible	-	-	Cu f	Cu f	Cu f	f
All types	Al-t	Al-t	Al-t/Cu	Al-t/Cu	Cu	No marking
NOTE – In this table, t means treated, s means solid, r means rigid stranded and f means flexible.						
* See IEC 999.						
** In the case of other conductor type and material combinations not specified, use the appropriate combination of symbols from the table, e.g. for solid aluminium conductors and all types of copper conductors, the marking is Al s-t/Cu.						

7.4 The size of the conductors accommodated by the clamping unit shall appear on or with the smallest package unit. Whenever possible, the marking shall also appear on the connecting device.

7.5 The procedure of treatment of the conductor and/or clamping unit by the user, including compound(s) identification if necessary, as defined in 3.13, shall be specified on or with the smallest package unit.

7.6 The length of insulation to be removed before insertion of the conductor into the clamping unit, when not apparent, shall appear on or with the smallest package unit.

7.7 The torque when specified by the manufacturer, as defined in 5.9, shall appear on or with the smallest package unit.

7.8 For screwless-type clamping units, the special and general purpose tools to be used shall be specified on or with the smallest package unit.

7.9 Pour les dispositifs de connexion considérés comme parties séparées, le courant assigné de l'organe de serrage, tel que défini en 3.8, doit apparaître sur ou avec le plus petit emballage. Lorsque cela est possible, le marquage doit aussi apparaître sur le dispositif de connexion.

8 Caractéristiques principales

Les capacités assignées normalisées de connexion d'un organe de serrage sont:

0,5 mm²; 0,75 mm²; 1 mm²; 1,5 mm²; 2,5 mm²; 4 mm²; 6 mm²; 10 mm²; 16 mm²; 25 mm²; 35 mm²; 50 mm².

(La section minimale en aluminium est de 2,5 mm², la section maximale en cuivre est de 35 mm²).

NOTE – Actuellement dans certains pays, on peut utiliser la désignation par calibres de fil (par exemple AWG aux Etats-Unis et au Canada) au lieu d'exprimer la section en millimètres carrés. Voir l'annexe H pour la correspondance approximative entre les millimètres carrés et AWG.

9 Connexion des conducteurs

9.1 En général, les organes de serrage sont appropriés pour recevoir un seul conducteur. Certains types, si le constructeur le spécifie, peuvent aussi être utilisés pour deux ou plusieurs conducteurs de mêmes ou de différentes sections nominales ou compositions. Les organes de serrage doivent accepter des conducteurs non préparés (traités ou non traités).

La conformité est vérifiée par l'essai de 11.1.

9.2 La relation entre la capacité de connexion assignée des organes de serrage et les conducteurs raccordables ainsi que les données sur les diamètres des conducteurs sont données au tableau 4.

7.9 For connecting devices considered as separate entities, the rated current of the clamping unit, as defined in 3.8, shall appear on or with the smallest package unit. Whenever possible the marking shall also appear on the connecting device.

8 Main characteristics

The standard rated connecting capacities of a clamping unit are:

0,5 mm²; 0,75 mm²; 1 mm²; 1,5 mm²; 2,5 mm²; 4 mm²; 6 mm²; 10 mm²; 16 mm²; 25 mm²; 35 mm²; 50 mm².

(Minimum aluminium size is 2,5 mm²; maximum copper size is 35 mm².)

NOTE – For the time being, in some countries, instead of the cross-sectional areas expressed in square millimetres, the designation by wire gauges (for example AWG in the USA and Canada) may be used. For the approximate relationship between square millimetres and AWG, see annex H.

9 Connection of conductors

9.1 In general, clamping units accept one conductor only. Certain types may also be used for two or more conductors, of the same or of different nominal cross-sectional areas or compositions, if specified by the manufacturer. Clamping units shall accept unprepared conductors (treated or untreated).

Compliance is checked by the test of 11.1.

9.2 The relationship between the rated connecting capacity of clamping units and connectable conductors as well as data on the diameters of the conductors are given in table 4.

Tableau 4 – Capacité de connexion et conducteurs raccordables

Capacité de connexion assignée	Conducteurs raccordables et leur diamètre théorique									
	Métrique					AWG				
	Rigide			Souple (cuivre seulement)		Rigide			Souple (cuivre seulement)	
		Massif	Câblé				+ Massif	+ Classe B câblé		++ Classes I, K, M câblé
mm ²	mm ²	Ø mm	Ø mm	mm ²	Ø mm	Calibre	Ø mm	Ø mm	Calibre	Ø mm
0,5	0,5	0,9	1,1	0,5	1,1	20	0,85	0,97	20	1,02
0,75	0,75	1,0	1,2	0,75	1,3	18	1,07	1,23	18	1,28
1,0	1,0	1,2	1,4	1,0	1,5	-	-	-	-	-
1,5	1,5	1,5	1,7	1,5	1,8	16	1,35	1,55	16	1,60
2,5	2,5	1,9	2,2	2,5	2,3*	14	1,71	1,95	14	2,08
4,0	4,0	2,4	2,7	4,0	2,9*	12	2,15	2,45	12	2,70
6,0	6,0	2,9	3,3	4,0	2,9*	10	2,72	3,09	-	-
10,0	10,0	3,7	4,2	6,0	3,9	8	3,43	3,89	10	3,36
16,0	16,0	4,6	5,3	10,0	5,1	6	4,32	4,91	8	4,32
25,0	25,0	-	6,6	16,0	6,3	4	5,45	6,18	6	5,73
35,0	35,0	-	7,9	25,0	7,8	2	6,87	7,78	4	7,26
-	-	-	-	-	-	1	7,72	8,85	-	-
50,0	50,0	-	9,1	-	-	0	8,51	9,64	-	-

* Dimensions pour conducteurs souples de la classe 5 seulement suivant la CEI 228A.
 Les diamètres des conducteurs rigides et souples les plus gros sont basés sur le tableau 1 de la CEI 228A et, pour les conducteurs AWG, sur les Publications ASTM B172-71, ICEA S-19-81, ICEA S-66-524, ICEA S-68-516.
 + Diamètre nominal + 5 %
 ++ Diamètre le plus grand pour l'une quelconque des classes I, K, M + 5 %.

9.3 Les organes de serrage, à moins qu'il en soit spécifié autrement par le constructeur, doivent pouvoir accepter des conducteurs rigides et souples comme indiqué au tableau 4, dans les colonnes des conducteurs raccordables correspondant à leur capacité de connexion assignée. Pour le marquage se reporter à l'article 7.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 11.1.

9.4 La connexion des organes de serrage de type sans vis doit être faite:

- sur les organes de serrage universels, au moyen d'un outil d'usage courant ou d'un dispositif approprié intégré dans l'organe de serrage de façon à l'ouvrir pour permettre l'insertion ou le retrait des conducteurs;
- sur les organes de serrage pousse-fil, par simple insertion. Pour la déconnexion des conducteurs une opération autre que la seule traction sur le conducteur doit être nécessaire.

NOTE – Voir 3.5.

L'utilisation d'un outil d'usage courant ou d'un dispositif approprié est autorisée pour ouvrir l'organe de serrage et pour aider l'insertion ou le retrait du conducteur.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 11.1.

Table 4 – Rated connecting capacity and connectable conductors

Rated connecting capacity	Connectable conductors and their theoretical diameter									
	Metric					AWG				
	Rigid			Flexible (copper only)		Rigid			Flexible (copper only)	
		Solid	Stranded				+ Solid	+ Class B stranded		++ Classes I,K,M stranded
mm ²	mm ²	Ø mm	Ø mm	mm ²	Ø mm	Gauge	Ø mm	Ø mm	Gauge	Ø mm
0,5	0,5	0,9	1,1	0,5	1,1	20	0,85	0,97	20	1,02
0,75	0,75	1,0	1,2	0,75	1,3	18	1,07	1,23	18	1,28
1,0	1,0	1,2	1,4	1,0	1,5	-	-	-	-	-
1,5	1,5	1,5	1,7	1,5	1,8	16	1,35	1,55	16	1,60
2,5	2,5	1,9	2,2	2,5	2,3*	14	1,71	1,95	14	2,08
4,0	4,0	2,4	2,7	4,0	2,9*	12	2,15	2,45	12	2,70
6,0	6,0	2,9	3,3	4,0	2,9*	10	2,72	3,09	-	-
10,0	10,0	3,7	4,2	6,0	3,9	8	3,43	3,89	10	3,36
16,0	16,0	4,6	5,3	10,0	5,1	6	4,32	4,91	8	4,32
25,0	25,0	-	6,6	16,0	6,3	4	5,45	6,18	6	5,73
35,0	35,0	-	7,9	25,0	7,8	2	6,87	7,78	4	7,26
-	-	-	-	-	-	1	7,72	8,85	-	-
50,0	50,0	-	9,1	-	-	0	8,51	9,64	-	-

* Dimensions for class 5 flexible conductors only, according to IEC 228A.

The diameters of the largest rigid and flexible conductors are based on IEC 228A, table 1 and, for AWG conductors, on ASTM B172-71, ICEA S-19-81, ICEA S-66-524, ICEA S-68-516.

+ Nominal diameter + 5 %

++ Largest diameter for any of the three classes I, K, M + 5 %.

9.3 Clamping units, unless otherwise specified by the manufacturer, shall accept rigid and flexible conductors indicated in the connectable conductors column of table 4 corresponding to their rated connecting capacity. Refer to clause 7 for markings.

Compliance is checked by inspection and by the test of 11.1.

9.4 For screwless-type clamping units, the connection of conductors shall be made:

- on universal clamping units by the use of a general purpose tool or a convenient device, integral with the clamping unit to open it for the insertion or withdrawal of the conductors;
- on push-wire clamping units by simple insertion. For the disconnection of the conductors an operation other than a pull only on the conductor shall be necessary.

NOTE – See 3.5.

The use of a general purpose tool or of a convenient device to open the clamping unit and to assist with the insertion or the withdrawal of the conductor, is allowed.

Compliance is checked by inspection and by the test of 11.1.

10 Prescriptions de construction

10.1 Les parties transportant le courant doivent être en métal ayant, dans les conditions rencontrées par le produit, une résistance mécanique, une résistance à la corrosion et une conductivité électrique convenables en fonction de l'usage auquel elles sont destinées.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par analyse chimique ou par des essais de corrosion à prescrire dans la norme de produit.

Les parties transportant le courant qui peuvent être soumises à l'usure mécanique ne doivent pas être constituées d'acier revêtu électrolytiquement.

NOTES

- 1 Un organe de serrage en cuivre, alliage de cuivre, aluminium ou alliage d'aluminium peut être recouvert d'un revêtement électrolytique conducteur inhibiteur d'oxydation et de corrosion. L'étain est acceptable comme revêtement. D'autres revêtements peuvent être admis pour cet usage après étude.
- 2 Un organe de serrage dont le logement du conducteur est distribué avec un préremplissage de produit inhibiteur d'oxydation n'a pas besoin d'être revêtu.
- 3 Un organe de serrage en aluminium de type connexion flottante (raccordement de conducteurs), prévue pour n'être pas fixée et pour connecter seulement du câble aluminium, non plaqué cuivre, ne nécessite pas d'être revêtu.
- 4 Du laiton contenant au moins 80 % de cuivre est considéré comme suffisamment résistant à la corrosion intergranulaire.

10.2 Les organes de serrage doivent être conçus et construits de manière que la pression de contact ne soit pas transmise par une matière isolante autre que la céramique ou le mica pur, sauf si un retrait éventuel de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

NOTE 1 – La possibilité d'utiliser des pièces non métalliques pour compenser toute déformation possible, par exemple le retrait, est à l'étude.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE 2 – Un essai d'efficacité de l'élasticité est à l'étude.

10.3 Le ou les métaux choisis pour les applications de mise à la terre doivent convenir pour une utilisation avec des conducteurs ou des dispositifs de connexion en métaux différents sans une excessive détérioration galvanique ou par oxydation.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTES

- 1 Une méthode pour vérifier la résistance à la corrosion est à l'étude.
- 2 Pour les applications où le conducteur est enterré directement, il est recommandé de ne pas utiliser l'aluminium.

10.4 Les vis et écrous pour le serrage des âmes ne doivent pas servir à fixer d'autres éléments, bien qu'ils puissent maintenir l'organe de serrage en place ou l'empêcher de tourner.

La conformité est vérifiée par examen.

10.5 Les vis et écrous des organes de serrage pour le raccordement de mise à la terre doivent être protégés efficacement contre un desserrage accidentel et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un outil.

NOTE – Il peut être nécessaire d'incorporer une partie élastique (par exemple une plaquette-ressort), si le produit fini est soumis à des vibrations.

10 Constructional requirements

10.1 Current-carrying parts shall be of a metal having, under the conditions occurring in the product, mechanical strength, resistance to corrosion and electrical conductivity adequate for their intended use.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis or by a corrosion test to be specified in the relevant product standard.

Current-carrying parts which may be subjected to mechanical wear shall not be made of steel provided with an electroplated coating.

NOTES

- 1 A clamping unit body of copper, copper alloy, aluminium or aluminium alloy can be coated with an electrically conductive coating that will inhibit oxidation and corrosion. Tin is acceptable for the coating. Other coatings may be acceptable if found by investigation to be acceptable for the purpose.
- 2 A clamping unit which is shipped with its wireway prefilled with an oxide-inhibiting compound need not be coated.
- 3 An aluminium bodied floating junction (splicing type) clamping unit (without provision for fixation) intended for aluminium wire only, not copper-clad aluminium, need not be coated.
- 4 Brass containing not less than 80 % copper is considered sufficiently resistant to corrosion cracking (intergranular corrosion).

10.2 Clamping units shall be so designed and constructed that contact pressure shall not be transmitted via insulating material other than ceramic or pure mica, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulating material.

NOTE 1 – The possibility of using material other than metal as compensation for any possible deformation, for example shrinkage, is under consideration.

Compliance is checked by inspection.

NOTE 2 – A test for the efficiency of the resiliency is under consideration.

10.3 The metal(s) chosen for earthing applications shall be suitable for use with other metals of conductors or connecting devices without excessive galvanic deterioration or deterioration due to oxidation.

Compliance is checked by inspection.

NOTES

- 1 A method for checking the resistance to corrosion is under consideration.
- 2 It is recommended that aluminium should not be used for direct burial.

10.4 Screws and nuts for clamping the conductor shall not serve to fix any other component, although they may hold the clamping unit in place or prevent it from turning.

Compliance is checked by inspection.

10.5 Screws or nuts of earthing clamping units identified as such shall be adequately locked against accidental loosening and it shall not be possible to loosen them without the aid of a tool.

NOTE – It may be necessary to incorporate a resilient part (e.g. a pressure plate) if the end product is intended to be subjected to vibrations.

10.6 Pour les organes de serrage de type sans vis, le raccordement et la déconnexion des conducteurs doivent être effectués conformément aux instructions du constructeur. De telles instructions doivent être étudiées par les comités de produits correspondants en tant que partie de leurs prescriptions de marquage.

La déconnexion d'un conducteur doit nécessiter une opération autre qu'une traction seule sur le conducteur telle que celle-ci puisse, en usage normal, être effectuée à la main ou à l'aide d'un outil. Les ouvertures prévues pour l'emploi d'un outil facilitant le raccordement ou la déconnexion doivent être clairement distinctes de celles prévues pour le raccordement des conducteurs.

La conformité est vérifiée par examen.

10.7 Les organes de serrage de type sans vis prévus pour l'interconnexion de deux conducteurs ou plus doivent être conçus et construits de façon que:

- chaque conducteur soit serré individuellement;
- lors du raccordement ou de la déconnexion, les conducteurs puissent être raccordés ou déconnectés simultanément ou séparément.

On doit pouvoir serrer en toute sécurité le nombre de conducteurs jusqu'au maximum prévu par le constructeur.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 11.4.2.

10.8 Les organes de serrage sans vis doivent être conçus et construits de manière qu'un raccordement inapproprié soit évité.

La conformité est vérifiée par examen.

10.9 Les organes de serrage doivent avoir une résistance mécanique appropriée.

La conformité est vérifiée par les essais de 11.2, 11.3 et 11.4.

10.10 Les organes de serrage doivent être conçus et construits de façon à serrer le conducteur sans l'endommager au point qu'il soit inutilisable ultérieurement.

La conformité est vérifiée par examen, après les essais du tableau 1.

10.11 Les organes de serrage doivent être conçus et construits de façon à serrer le conducteur correctement.

Le conducteur doit être serré entre des surfaces métalliques, à l'exception des organes de serrage pour conducteurs en cuivre jusqu'à et y compris 0,75 mm², pour lesquels l'une des surfaces peut être non métallique.

La conformité est vérifiée par examen, durant les essais de 11.2 et 11.3.

NOTE – Les essais pour organes de serrage où le conducteur en cuivre n'est pas serré entre des surfaces métalliques sont à l'étude.

10.12 Les organes de serrage doivent être conçus et construits de manière que ni un brin d'une âme câblée d'un conducteur rigide, ni un brin d'un conducteur souple ne puissent s'échapper de l'enveloppe du dispositif de connexion.

La conformité est vérifiée par les essais de 11.2, 11.3 et 11.4.

10.6 For screwless-type clamping units the connection and disconnection of the conductor are intended to be made in accordance with the manufacturer's instructions. Such instructions need to be considered by the relevant product standard committees as part of their marking requirements.

Disconnection of a conductor shall require an operation other than a pull only on the conductor, such that it can be effected manually with or without the help of a tool in normal use. Openings for the use of a tool intended to assist the connection or disconnection shall be clearly distinguishable from the openings intended for the conductors.

Compliance is checked by inspection.

10.7 Screwless-type clamping units intended to be used for the interconnection of two or more conductors shall be so designed and constructed that:

- each conductor is clamped individually;
- during connection or disconnection, the conductors can be connected or disconnected either simultaneously or separately.

It shall be possible to clamp securely any number of conductors up to the maximum specified by the manufacturer.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 11.4.2.

10.8 Screwless-type clamping units shall be so designed and constructed that inadequate insertion of the conductor is avoided.

Compliance is checked by inspection.

10.9 Clamping units shall have adequate mechanical strength.

Compliance is checked by the tests of 11.2, 11.3 and 11.4.

10.10 Clamping units shall be so designed and constructed that they clamp the conductor without undue damage to the conductor which would render it unfit for further use.

Compliance is checked by inspection after the tests in table 1.

10.11 Clamping units shall be so designed and constructed that they clamp the conductor reliably.

The conductor shall be clamped between metal surfaces, except that for clamping units for copper conductors up to and including 0,75 mm², one of the surfaces may be of non-metallic material.

Compliance is checked by inspection during the tests of 11.2 and 11.3.

NOTE – Tests for clamping units where the copper conductor is not clamped between metal surfaces are under consideration.

10.12 Clamping units shall be so designed and constructed that neither a single strand of a stranded rigid conductor nor a single strand of a flexible conductor can slip out of the envelope of the connecting device.

Compliance is checked by the tests of 11.2, 11.3 and 11.4.

10.13 Les organes de serrage doivent être conçus et construits de façon qu'en usage normal leur échauffement ne dépasse pas une valeur compatible avec les matières utilisées pour sa construction et avec celles avec lesquelles il est en contact.

La conformité est vérifiée par l'essai de 11.5.

10.14 Les organes de serrage de type sans vis doivent être conçus et construits de façon qu'en usage normal, leurs performances soient correctes afin de ne pas affecter leur utilisation ultérieure.

La conformité est vérifiée par l'essai de 11.4.2.

10.15 Les organes de serrage doivent être conçus et construits de façon à permettre le raccordement du plus gros conducteur conformément à 9.3.

La conformité est vérifiée par l'essai de 11.1.1.

10.16 Des précautions doivent être prises pour empêcher que les câbles ou les cordons raccordés aux organes de serrage n'exercent sur eux des tensions mécaniques (par exemple fils ou cordons de produit portatif).

Les normes spécifiques de produits doivent prescrire un dispositif et des essais appropriés.

10.17 Les organes de serrage sans vis doivent être conçus et construits de façon que leurs caractéristiques ne soient pas modifiées lorsque le conducteur est plié (voir 11.6).

11 Essais

11.1 Adaptation et serrage des conducteurs

11.1.1 *L'adaptation du plus gros conducteur doit être vérifiée par son raccordement après dénudage de l'extrémité et remise en forme si nécessaire.*

La partie dénudée du conducteur doit pouvoir être insérée à travers le logement du conducteur de l'organe de serrage sur toute sa profondeur, sans poussée excessive.

11.1.2 *Les organes de serrage sont équipés de conducteurs de la plus grande taille conformément à la capacité de connexion assignée et aux spécifications du constructeur selon 9.3.*

Avant l'insertion dans l'organe de serrage, les brins des conducteurs rigides câblés et des conducteurs souples peuvent être remis en forme.

Le conducteur est introduit dans l'organe de serrage, jusqu'à ce qu'il ressorte juste du côté opposé de l'organe de serrage s'il y a lieu, dans la position la plus favorable à l'échappement d'un brin.

Les vis de serrage, s'il y a lieu, sont alors serrées au couple indiqué en 5.9.

Après l'essai, aucun brin du conducteur ne doit s'être échappé de l'organe de serrage de telle façon que les lignes de fuite et les distances d'isolement prescrites par la norme de produit concernée soient réduites.

10.13 Clamping units shall be so designed and constructed that the temperature rise in normal use does not exceed a value appropriate for the materials used in the clamping unit and for the materials with which it is in contact.

Compliance is checked by the test of 11.5.

10.14 Screwless-type clamping units shall be so designed and constructed that during normal use their performance is reliable so as not to affect their further use.

Compliance is checked by the test of 11.4.2.

10.15 Clamping units shall be so designed and constructed as to permit the insertion of the largest conductor according to 9.3.

Compliance is checked by the test of 11.1.1.

10.16 Care shall be taken in order to prevent clamping units being subjected to strains from the cables or cords connected to them (e.g. cables or cords of portable product).

Relevant product standards shall require a strain relief and relevant tests.

10.17 Screwless-type clamping units shall be so designed and constructed that their behaviour is not changed when the conductor is bent (see 11.6).

11 Tests

11.1 Conductor accommodation and clamping

11.1.1 *The accommodation of the largest conductor shall be checked by its insertion after the insulation has been removed and the end has been reshaped if necessary.*

The stripped end of the conductor shall be able to be inserted to the full depth of the clamping unit wireway, without undue force.

11.1.2 *Clamping units are fitted with the largest size conductor of the type according to the rated connecting capacity and according to the manufacturer's declaration as per 9.3.*

Before insertion into the clamping unit, wires of stranded rigid conductors and flexible conductors may be reshaped.

The conductor is inserted into the clamping unit until it just projects from the far side of the clamping unit if possible, and in the position most likely to allow the wire to escape.

The clamping screws, if any, are then tightened with a torque as shown in 5.9.

After the test, no strand of the conductor shall have escaped outside the clamping unit so as to reduce creepage distances and clearances required by the relevant product standard.

11.2 Essai de rotation

Les modalités de l'essai sont les suivantes.

Pour la vérification de la prescription du 10.10 (serrage du conducteur sans le détériorer) les organes de serrage sont équipés de conducteurs du type et des sections minimales et maximales conformes à 9.3 et au tableau 1, dans le dispositif de la figure de l'annexe C.

La longueur du conducteur d'essai doit être de 75 mm supérieure à la hauteur (H) spécifiée dans le tableau 5.

Tableau 5 – Valeurs pour l'essai de rotation

Section du conducteur		Diamètre du trou du manchon ²⁾	Hauteur H ¹⁾	Masse pour le conducteur
mm ²	AWG	mm	mm	kg
0,5	20	6,5	260	0,3
0,75	18	6,5	260	0,4
1,0	—	6,5	260	0,4
1,5	16	6,5	260	0,4
2,5	14	9,5	280	0,7
4,0	12	9,5	280	0,9
6,0	10	9,5	280	1,4
10,0	8	9,5	280	2,0
16,0	6	13,0	300	2,9
25,0	4	13,0	300	4,5
—	3	14,5	320	5,9
35,0	2	14,5	320	6,8
—	1	16,0	340	8,6
50,0	0	16,0	340	9,5

1) Tolérance pour la hauteur H ± 15 mm.

2) Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour recevoir le conducteur sans retenue, on peut utiliser un manchon dont la taille du trou est immédiatement supérieure.

Le conducteur d'essai est ensuite connecté à l'organe de serrage. Les vis ou les écrous, s'il y a lieu, sont serrés au couple indiqué en 5.9.

Chaque conducteur est soumis à l'essai suivant:

L'extrémité du conducteur est passée à travers un manchon de taille appropriée dans un plateau placé à une distance (H) en dessous de l'appareil comme indiqué au tableau 5. Le manchon est placé dans un plan horizontal, de manière que sa ligne médiane décrive un cercle de 75 mm de diamètre, concentrique au centre de l'organe de serrage; on fait alors tourner le plateau dans un plan horizontal à une vitesse de 10 ± 2 tr/min.

La distance entre l'entrée de l'organe de serrage et la surface supérieure du manchon doit être la hauteur du tableau 5 dans la limite de ±15 mm. Le manchon peut être lubrifié afin d'empêcher la retenue, la torsion ou la rotation du conducteur isolé. Une masse telle que celle spécifiée dans le tableau 5 est suspendue à l'extrémité du conducteur. La durée de l'essai doit être de 15 min.

Durant l'essai, le conducteur ne doit ni s'échapper de l'organe de serrage ni se casser à proximité de lui.

11.2 Mechanical disturbance test

The test shall be performed as follows.

For checking the requirement of 10.10 (clamping the conductor without undue damage to the conductor) the clamping units are fitted with conductors of the type and of the minimum and the maximum cross-sectional areas according to 9.3 and table 1, in the apparatus shown in annex C.

The length of the test conductor shall be 75 mm longer than the height (H) specified in table 5.

Table 5 – Mechanical disturbance test values

Conductor cross-section		Diameter of bushing hole ²⁾	Height H ¹⁾	Mass for conductor
mm ²	AWG			
0,5	20	6,5	260	0,3
0,75	18	6,5	260	0,4
1,0	-	6,5	260	0,4
1,5	16	6,5	260	0,4
2,5	14	9,5	280	0,7
4,0	12	9,5	280	0,9
6,0	10	9,5	280	1,4
10,0	8	9,5	280	2,0
16,0	6	13,0	300	2,9
25,0	4	13,0	300	4,5
-	3	14,5	320	5,9
35,0	2	14,5	320	6,8
-	1	16,0	340	8,6
50,0	0	16,0	340	9,5

1) Tolerance for height H \pm 15 mm.

2) If the bushing hole diameter is not large enough to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next largest hole size may be used.

The test conductor is then connected in the clamping unit, and the clamping screws or nuts, if any, are tightened with the torque according to 5.9.

Each of the conductors is subjected to the following test:

The end of one conductor shall be passed through an appropriate sized bushing in a platen positioned at a height (H) below the equipment as given in table 5. The bushing is to be positioned, in a horizontal plane, such that its centre line describes a circle of 75 mm diameter, concentric with the centre of the clamping unit, in the horizontal plane. The platen is then rotated at a rate of 10 ± 2 rev/min.

The distance between the mouth of the clamping unit and the upper surface of the bushing shall be within ± 15 mm of the height in table 5. The bushing may be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor. A mass, as specified in table 5, is to be suspended from the end of the conductor. The duration of the test shall be 15 min.

During the test the conductor shall neither slip out of the clamping unit, nor break near the clamping unit.

11.3 Essai de traction

L'essai suivant est effectué sur les lots de spécimens n^{os} 3 (a ou b) et 4 (a ou b) du tableau 1.

Chaque conducteur est soumis à une traction de la valeur indiquée au tableau 6. La traction est appliquée progressivement et de façon continue, pendant 1 min, dans la direction de l'axe du conducteur.

Tableau 6 – Valeurs pour l'essai de traction

Section mm ²	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16	25	-	35	-	50
AWG	20	18	-	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0
Traction N	30	30	35	40	50	60	80	90	100	135	160	190	240	285

Le conducteur ne doit pas se casser, ni s'échapper de l'organe de serrage, ni être endommagé au point qu'il soit impropre à une utilisation ultérieure au sens de la présente norme.

11.4 Essai de réemploi

11.4.1 L'essai est effectué sur des organes de serrage à vis avec les conducteurs du plus gros diamètre placés dans l'organe de serrage. Avec les organes de serrage qui peuvent connecter les conducteurs en cuivre et en aluminium, seulement le plus gros conducteur en cuivre doit être utilisé. Une extrémité neuve de conducteur est utilisée chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré.

Les vis et écrous sont serrés et desserrés cinq fois au moyen d'un tournevis ou d'une clef d'essai appropriée, avec un couple de serrage conforme à 5.9.

11.4.2 L'essai est effectué sur les organes de serrage sans vis, avec des conducteurs ayant le plus gros diamètre, conformément à 9.3 et 9.4:

- Massif seulement Cinq connexions et déconnexions
- Rigide (massif et câblé) Si l'organe de serrage accepte plus d'un type de conducteur l'essai est effectué avec chaque type et nombre de conducteurs (lorsque cela est applicable) pour le nombre de fois indiqué ci-dessus (voir annexe F).
- Rigide (massif et câblé) et souple

Un nouveau conducteur doit être utilisé chaque fois, excepté pour la cinquième fois, lorsque le conducteur utilisé pour la quatrième connexion est serré à la même place. A chaque insertion, les conducteurs sont enfoncés le plus loin possible dans l'organe de serrage, ou insérés de façon qu'une connexion correcte soit évidente.

Pour les conducteurs rigides (massifs et câblés) de section supérieure ou égale à 6 mm², essai de torsion doit être appliqué comme suit. Après chaque connexion le conducteur est soumis à une torsion de 180° dans les deux directions, sur une longueur L depuis l'ouverture de l'organe de serrage, puis déconnecté. La longueur L est donnée dans les tableaux 7A et 7B. Après cet essai, l'organe de serrage ne doit pas être endommagé de telle façon qu'il soit impropre à une utilisation ultérieure.

NOTE – Une révision de cet essai est à l'étude.

11.3 Pull-out test

The test shall be performed as follows on specimen sets nos. 3 (a or b) and 4 (a or b) of table 1.

Each conductor is subjected to a pull of the value shown in table 6. The pull is uniformly and gradually applied for 1 min, in the direction of the axis of the conductor.

Table 6 – Pull-out test values

Cross-sectional area mm ²	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16	25	–	35		50
AWG	20	18	–	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1	0
Pull force N	30	30	35	40	50	60	80	90	100	135	160	190	240	285

The conductor shall not break, come out of the clamping unit or be damaged in such a way as to render it unfit for further use within the meaning of this standard.

11.4 Re-usability test

11.4.1 The test is carried out on screw-type clamping units having the largest diameter conductors placed in the clamping unit. With clamping units which can connect copper and aluminium conductors, only the largest copper conductor shall be used. A new conductor end is used each time the screw or nut is loosened.

Screws and nuts are tightened and loosened five times by means of a suitable test screwdriver or spanner using a torque according to 5.9.

11.4.2 The test is carried out on screwless-type clamping units, with conductors having the largest diameter according to 9.3 and 9.4:

- Solid only Five connections and disconnections
- Rigid (solid and stranded) If the clamping unit can accept more than one type of conductor the tests are carried out with each type and number (where applicable) of conductors for the number of times indicated above (see annex F).
- Rigid (solid and stranded) and flexible

New conductors shall be used each time, except for the fifth time, when the conductor used for the fourth connection is clamped at the same place. For each insertion, the conductors are either pushed as far as possible into the clamping unit or inserted so that adequate connection is obvious.

For rigid (solid and stranded) conductors having a cross-sectional area of 6 mm² and greater, a twisting test shall be performed as follows. After each connection the conductor is twisted torsionally in both directions through 180° on a length L from the entry to the clamping unit and then disconnected. The length L is given in table 7A and 7B. After these tests, the clamping units shall not be damaged in such a way as to impair their further use.

NOTE – A revision of this test is under consideration.

Tableaux 7 – Longueur du conducteur pour l'essai de torsion**Tableau 7A**

Section du conducteur d'essai mm ²	Longueur (L) mm
6	150
10	150
16	200
25	200
35	200
50	200

Tableau 7B

Calibre du conducteur d'essai AWG	Longueur (L) mm
10 et 8	150
6 et au-dessus	200

11.5 Essai d'échauffement

Les performances électriques d'un organe de serrage avec vis ou sans vis sont vérifiées par l'essai ci-après. Dans le cas d'organe de serrage formant partie intégrante d'un produit, l'essai peut être effectué dans le produit ou séparément.

L'essai d'échauffement n° 1 est effectué avec des conducteurs isolés en aluminium et/ou en cuivre ayant une section conforme à 9.3:

- rigides massifs pour les organes de serrage qui acceptent seulement les conducteurs massifs;*
- rigides massifs et rigides câblés pour les organes de serrage qui acceptent ces deux types de conducteurs;*
- rigides massifs, rigides câblés et souples pour les organes de serrage qui acceptent tous les types de conducteurs.*

Pour les dispositifs de connexion sans courant assigné, un conducteur d'essai ayant la section la plus grosse doit être choisi. Le courant d'essai doit être déterminé à partir du tableau 8 (voir le cas A de l'annexe J à titre d'exemple).

Pour les dispositifs de connexion ayant un courant assigné, la taille du conducteur d'essai doit être choisie en se basant sur l'annexe D à partir de ce courant assigné. Le courant d'essai doit être déterminé à partir du tableau 8 (voir le cas B de l'annexe J à titre d'exemple).

Pour les dispositifs de connexion formant partie intégrante d'un produit qui a un courant assigné, la section du conducteur d'essai et le courant d'essai doivent être choisis conformément à la norme du produit. Quand les conducteurs en aluminium ne sont pas définis dans la norme de produit correspondante, la taille du conducteur d'essai doit être choisie en se basant sur l'annexe D (voir le cas C de l'annexe J à titre d'exemple).

Dans tous les cas le conducteur doit être connecté comme en usage normal (voir 5.9 pour les types à vis) à chacun des quatre spécimens.

Table 7 – Length of conductor for twisting test**Table 7A**

Test conductor cross-section mm ²	Length (L) mm
6	150
10	150
16	200
25	200
35	200
50	200

Table 7B

Test conductor gauge AWG	Length (L) mm
10 and 8	150
6 and larger	200

11.5 Temperature rise test

The electrical performance of screw-type and screwless-type clamping units is verified by the following test. In the case of clamping units forming integral parts of a product, these may be submitted separately or within the product.

The temperature rise test no. 1 is made with new insulated aluminium and/or copper conductors having a cross-sectional area according to 9.3:

- rigid solid for clamping units which accept solid conductors only;
- rigid solid and rigid stranded for clamping units which accept these two types of conductors;
- rigid solid, rigid stranded and flexible for clamping units which accept all types of conductors.

For connecting devices without a rated current, a test conductor having the largest cross-sectional area shall be chosen. The test current shall be determined from table 8 (see case A of annex J for an example).

For connecting devices with a rated current, the size of the test conductor shall be chosen based on this rated current determined in accordance with annex D. The test current shall be determined from table 8 (see case B of annex J for an example).

For connecting devices forming an integral part of a product with a rated current, the size of the test conductor and the test current shall be chosen based on the relevant product standard. When aluminium conductors are not defined in the relevant product standard the size of the test conductor shall be chosen based on annex D (see case C of annex J for an example).

In all cases the conductor shall be connected as in normal use (see 5.9 for screw-type) to each of the four specimens.

Les spécimens sont parcourus pendant au moins 1 h par un courant alternatif égal au courant d'essai. Immédiatement après cette période, le dispositif de connexion étant parcouru par le même courant, la température du dispositif de connexion est mesurée à l'aide d'un thermocouple placé sur l'organe de serrage du côté de l'ouverture (aussi près que possible du conducteur).

Tableau 8 – Courants d'essai pour l'essai d'échauffement

AWG	mm ²	Conducteur	
		Cuivre * A	Aluminium A
-	0,5	11,5	-
20	-	12	-
-	0,75	14	-
18	-	16	-
-	1,0	18,5	-
16	-	21	-
-	1,5	22	-
14	-	26	-
-	2,5	30	26
12	-	35,5	30
-	4	40	35
10	-	47	40
-	6	54	46
8	-	64	53
-	10	75	60
6	-	88	69
-	16	100	79
4	-	115	88
-	25	130	99
3	-	146	110
2	-	163	123
-	35	183	137
1	-	210	152
-	50	-	171
0	-	-	190

NOTE – Lorsqu'un organe de serrage qui n'est pas en aluminium est prévu pour accepter les conducteurs en cuivre et en aluminium, l'essai avec l'aluminium est effectué selon ce tableau et avec le cuivre selon la CEI 998-1.

* Dans un organe de serrage en aluminium.

L'échauffement ne doit pas dépasser la valeur spécifiée dans la norme de produit correspondante, à défaut il ne doit pas dépasser 50 K.

Il est recommandé, si cela est possible, que les organes de serrage, s'ils sont essayés séparément, soient fixés sur un support commun et raccordés en série. De même, les parties d'un produit sur lesquelles des organes de serrage sont montés doivent être fixées sur un même support si elles sont essayées séparément du produit.

The specimens are loaded for at least 1 h with the a.c. test current. Immediately after this period and with the same current flowing, the temperature of the connecting device is measured by use of a thermocouple placed on the clamping unit's entry face (as close as possible to the conductor).

Table 8 – Test currents for temperature rise

AWG	mm ²	Conductor	
		Copper * A	Aluminium A
–	0,5	11,5	–
20	–	12	–
–	0,75	14	–
18	–	16	–
–	1,0	18,5	–
16	–	21	–
–	1,5	22	–
14	–	26	–
–	2,5	30	26
12	–	35,5	30
–	4	40	35
10	–	47	40
–	6	54	46
8	–	64	53
–	10	75	60
6	–	88	69
–	16	100	79
4	–	115	88
–	25	130	99
3	–	146	110
2	–	163	123
–	35	183	137
1	–	210	152
–	50	–	171
0	–	–	190

NOTE – When another than aluminium bodied clamping unit is designed to accept both copper and aluminium conductors, then test with aluminium using this table and with copper according to IEC 998-1.

* In an aluminium bodied clamping unit.

In no case shall the temperature rise of the clamping unit exceed the value specified in the relevant product standard, otherwise it shall not exceed 50 K.

It is recommended that, if possible, the clamping units, if submitted separately, are fixed to a common support and connected in series. Similarly, parts of the product on which clamping units are mounted shall be fixed to a common support, when not submitted with the product.

Dans le cas de connexion en série, les conducteurs de liaison doivent former une boucle disposée horizontalement ou verticalement comme indiqué à la figure E.1, à moins que les organes de serrage ne soient positionnés de façon que la dilatation thermique du conducteur de liaison n'ait pas d'effet sur les dispositifs de connexion. La longueur de chacune des deux sections de raccordement du conducteur de boucle entre les spécimens d'essai doit être d'au moins 0,5 m jusqu'à 10 mm² inclus, et de 1 m au delà.

Pendant l'essai et durant les mesures, des précautions doivent être prises afin de ne pas déplacer les conducteurs dans les organes de serrage.

Les moyens pour prévenir ces déplacements, tels que la fixation du conducteur par rapport à l'organe de serrage ainsi que les points de mesure, sont choisis de façon que les caractéristiques de l'organe de serrage et les résultats des mesures ne soient pas affectés par des influences externes.

11.6 *Essai de courbure*

Les organes de serrage de type sans vis ne doivent pas changer de comportement lorsque le conducteur approprié a été courbé après raccordement. L'essai de courbure, pour vérifier le comportement des organes de serrage de type sans vis, doit être introduit dans les normes correspondantes de produits, en tenant compte que les paramètres d'essai de cette norme doivent être considérés comme correspondant au niveau minimal de sévérité acceptable (par exemple chute de tension et échauffement).

11.7 *Essai de cycles thermiques*

11.7.1 *Les dispositifs de connexion destinés à être utilisés avec des capots séparés en matière isolante ou emballés avec des matériaux isolants qui sont destinés à envelopper la connexion terminée sont essayés sans que les capots ou le matériau isolant soient mis en place.*

11.7.2 *Par ordre de préférence, l'essai est appliqué sur:*

- 1) *la partie métallique des dispositifs de connexion fournis comme parties séparées ou celle-ci retirée du produit lorsque cela n'affecte pas leur aptitude à serrer le conducteur;*
- 2) *les dispositifs de connexion assemblés de façon à représenter leur utilisation dans le produit.*

11.7.3 *Couple des vis et écrous de serrage pour l'essai*

Les spécimens d'essai doivent être serrés à 90 % du couple indiqué en 5.9.

11.7.4 *Conducteurs pour l'essai de cycles thermiques*

Les conducteurs d'essai tels que choisis en 11.5 doivent être utilisés.

Les conducteurs d'essai en cuivre et/ou en aluminium indiqués dans le tableau 9 doivent être utilisés pour l'essai de cycles thermiques sur les organes de serrage (voir l'annexe J à titre d'exemple).

In the case of series connection, the linking conductors shall form a horizontally arranged loop or vertical arrangement similar to figure E.1, unless the clamping units are so positioned that the thermal expansion of the linking conductors has no effect on the connecting devices. The length of each of the two connecting sections of the looping conductor between test specimens shall be at least 0,5 m up to and including 10 mm², and 1 m above.

Care is taken that during the test, including the measurements, the conductors cannot move in the clamping units.

The means for preventing any movement, such as the fixing of the conductor in relation to the clamping unit as well as the points of measurement, are chosen so that the characteristics of the clamping unit and the results of the measurements are not affected by external influences.

11.6 Bending test

Screwless-type clamping units shall not change their behaviour when the relevant conductor, after insertion, has been bent. Bending tests to check the behaviour of the screwless-type clamping unit taking into account that the test parameters correspond to the minimum acceptable severity level (e.g. voltage drop and temperature rise) shall be introduced into the relevant product standard.

11.7 Current-cycling test

11.7.1 Connecting devices intended for use with separate insulating covers or packaged with insulating materials which are intended to wrap around the completed termination are to be tested without the covers or insulating materials installed.

11.7.2 In order of preference, the test is performed on:

- 1) the metallic part of the connecting devices delivered as separate entities or removed from the product provided this does not affect their ability to clamp the conductor;*
- 2) clamping units assembled in a manner which represents the use on the product.*

11.7.3 Test torque for clamping screws and nuts

90 % of the value of torque selected in 5.9 shall be used for the test specimens.

11.7.4 Current-cycling test conductors

Test conductor sizes as chosen in 11.5 shall be used.

Clamping units shall pass the current-cycling test using copper and/or aluminium test conductor(s) as shown in table 9 (see annex J for an example).

Tableau 9 – Sélection des conducteurs pour l'essai de cycles thermiques

Identification de l'organe de serrage selon les tableaux 3A et 3B	Conducteur d'essai	
	Al	Cu
Al	Essai	-
Al – Cu	Essai	-
Cu	-	Essai

NOTE – Les propriétés physiques de l'aluminium en cyclage thermique sont plus critiques que celles du cuivre et, en conséquence les résultats seront valables pour le cuivre. Il y a lieu de prendre en considération la capacité plus élevée du cuivre en courant pour l'essai d'échauffement dans la norme de produit.

11.7.5 Matière des vis de serrage pour l'essai

Lorsque le dispositif de connexion est prévu pour être utilisé avec des vis de serrage d'une seule matière, il doit être essayé tel qu'il est fourni. Lorsque le dispositif de connexion est prévu pour être utilisé avec des vis de serrage de plus d'une matière, deux combinaisons doivent être essayées comme spécifié au tableau 10.

Tableau 10 – Matières des vis de serrage pour les essais

Matière de base de l'alliage de la vis	Essai à effectuer avec vis en:		
	Acier	Alliage de cuivre	Alliage d'aluminium
Acier, cuivre et aluminium	Oui	Non	Oui
Acier et aluminium	Oui	-	Oui
Acier et cuivre	Oui	Oui	-
Aluminium et cuivre	-	Oui	Oui

11.7.6 Vérification de la performance durant l'essai de cycles thermiques

Cet essai vérifie la stabilité de l'organe de serrage par comparaison des températures atteintes par l'organe de serrage avec celles atteintes par le conducteur de référence sous des conditions cycliques accélérées.

Cet essai est effectué sur des combinaisons d'organes de serrage et de conducteurs données au tableau 9 (voir 11.7.4).

11.7.7 Procédure d'installation

11.7.7.1 Le lot de spécimens doit être assemblé selon l'annexe E.

11.7.7.2 Les organes de serrage qui ont été enlevés d'un produit doivent être fixés sur la ou les parties conductrices (plage) de même section, forme, métal et revêtement que celles sur lesquelles ils sont montés dans le produit. L'organe de serrage doit être fixé sur la ou les plages de la même façon (position, couple de serrage, etc.) que dans le produit.

Dans le cas où l'organe de serrage est une partie séparée sans plage, le constructeur doit informer le laboratoire d'essai sur la plage à utiliser (figures E.3 à E.6). Il doit aussi informer l'utilisateur sur la section, la forme, le métal et la finition recommandés pour la ou les plages.

Table 9 – Conductor material selection for the current-cycling tests

Clamping unit identification per tables 3A and 3B	Test conductor	
	Al	Cu
Al	Test	–
Al-Cu	Test	–
Cu	–	Test

NOTE – The physical properties of aluminium are more critical in current cycling than copper and therefore will provide acceptance data for copper. The higher current capacity of copper conductor should be taken into consideration for the product standard temperature rise test.

11.7.5 Materials of clamping screws for tests

When a clamping unit is specified to use clamping screws of only one material, then it shall be tested as delivered. When a clamping unit is specified to use clamping screws of more than one material, then two combinations shall be tested as specified in table 10.

Table 10 – Material of clamping screws for tests

Screw material alloy	Test to be conducted with screws made of:		
	Steel	Copper alloy	Aluminium alloy
Steel, copper and aluminium	Yes	No	Yes
Steel and aluminium	Yes	–	Yes
Steel and copper	Yes	Yes	–
Aluminium and copper	–	Yes	Yes

11.7.6 Verification of performance during current-cycling test

This test verifies the stability of the clamping unit by comparing the temperature performance of the clamping unit with that of the reference conductor under accelerated cycling conditions.

This test is performed on clamping unit/conductor combinations given in table 9 (see 11.7.4).

11.7.7 Installation procedure

11.7.7.1 The test specimen set shall be assembled according to annex E.

11.7.7.2 The clamping units which have been removed from the product shall be attached to the conducting part(s) of the same cross-section, shape, metal and finish as that on which they are mounted on the product. The clamping unit shall be fixed to the conducting part(s) in the same manner (position, torque, etc.) as on the product.

In the case of a separate entity not having a palm, the manufacturer shall instruct the test house on the conducting connecting part to apply (figures E.3 to E.6) and his literature shall inform the user of the recommended cross-section, shape, metal and finish of the conducting part(s).

11.7.7.3 Les plages doivent être soudées ou brasées ou boulonnées ensemble avec une vis et un écrou dont les têtes ont un diamètre qui n'excède pas la largeur de la plage, et dont la longueur filetée résiduelle sortant de l'écrou ne dépasse pas le diamètre nominal de la vis.

11.7.7.4 La longueur du conducteur d'essai de l'entrée de l'organe de serrage jusqu'à l'égaliseur doit être conforme au tableau 11.

Tableau 11 – Longueur du conducteur d'essai

Taille du conducteur AWG	Section du conducteur mm ²	Longueur minimale du conducteur mm
≤ 8	≤ 10,0	200
6 à 3	≥ 16,0 jusqu'à ≤ 25,0	300
2 à 0	≥ 35,0 jusqu'à ≤ 50,0	460

11.7.7.5 Les conducteurs d'essai ayant les mêmes sections que celles utilisées pour l'essai d'échauffement sont connectés en série avec un conducteur de référence de même section.

11.7.7.6 La longueur du conducteur de référence doit être approximativement au moins le double de la longueur du conducteur d'essai.

11.7.7.7 Chaque extrémité libre du ou des conducteurs d'essai ou de référence doit être soudée ou brasée à un égaliseur. Celui-ci consiste en une barre courte de même matière que le conducteur, et dont la section n'est pas plus grande que celle indiquée au tableau 12. Tous les brins du conducteur doivent être soudés ou brasés afin d'assurer une connexion électrique parfaite avec l'égaliseur.

Un connecteur de type à sertissage par outillage (sans soudage) peut être utilisé si le constructeur l'accepte et si les résultats sont les mêmes.

Tableau 12 – Dimension des égaliseurs et des barres de connexion

Domaine du courant d'essai A	Section maximale mm ²	
	Aluminium	Cuivre
0 – 50	45	45
51 – 125	105	85
126 – 225	185	155
> 225	320	240

11.7.7.8 L'espace entre les conducteurs de référence et d'essai doit être au moins de 150 mm.

11.7.7.9 Les spécimens d'essai doivent être suspendus soit horizontalement soit verticalement à l'air libre, par fixation des égaliseurs ou des barres de connexion au moyen de supports non conducteurs, de façon que les organes de serrage ne soient pas soumis à un effort de traction. Des barrières thermiques doivent être installées à mi-distance entre les conducteurs, et doivent dépasser de 25 mm ± 5 mm en largeur et 150 mm ± 10 mm en longueur depuis l'organe de serrage (voir figure E.1). Les barrières thermiques ne sont pas nécessaires si les spécimens sont séparés par une distance d'au moins 450 mm. Les spécimens doivent être situés à au moins 600 mm du plancher, du mur ou du plafond.

11.7.7.3 *The conducting part(s) shall be soldered, brazed, welded or bolted together with a screw and nut whose head diameter does not exceed the width of the conducting part(s). The screw length protruding from the nut shall not be larger than the diameter of the screw.*

11.7.7.4 *The length of the test conductor from the point of entry to the clamping unit to the equalizer bar shall be as in table 11.*

Table 11 – Test conductor length

Conductor size AWG	Conductor size mm ²	Minimum conductor length mm
≤ 8	≤ 10,0	200
6 to 3	≥ 16,0 up to ≤ 25,0	300
2 to 0	≥ 35,0 up to ≤ 50,0	460

11.7.7.5 *Test conductors having the same cross-sections as those used for the temperature rise test are connected in series with a reference conductor of the same cross-section.*

11.7.7.6 *The length of the reference conductor shall be approximately at least twice the length of the test conductor.*

11.7.7.7 *Each free end of the test and reference conductor(s) not connected to a clamping unit shall be welded or brazed to a short length of an equalizer bar of the same material as the conductor and of cross-section not greater than that given in table 12. All strands of the conductor shall be welded or brazed to make a thorough electrical connection with the bar.*

A tool-applied compression type termination without welding may be used for the equalizer if acceptable to the manufacturer and if the same performance is provided.

Table 12 – Equalizer bar and busbar dimensions

Range of test current A	Maximum cross-section mm ²	
	Aluminium	Copper
0 – 50	45	45
51 – 125	105	85
126 – 225	185	155
> 225	320	240

11.7.7.8 *The separation between the test and reference conductors shall be at least 150 mm.*

11.7.7.9 *The test specimens shall be suspended either horizontally or vertically in free air by supporting the equalizer bar or busbar by non-conductive supports so as not to subject the clamping unit to a tensile load. Thermal barriers shall be installed midpoint between the conductors which shall extend 25 mm ± 5 mm widthwise and 150 mm ± 10 mm lengthwise beyond the clamping units (see figure E.1). Thermal barriers are not required provided the specimens are separated by at least 450 mm. The specimens shall be located at least 600 mm from the floor, wall or ceiling.*

11.7.7.10 *Les spécimens doivent être situés dans un environnement réellement exempt de vibrations ou de courants d'air, à une température ambiante comprise entre 15 °C et 35 °C. Une fois l'essai commencé, la variation ne doit pas dépasser ± 4 K dans les limites permises.*

11.7.8 *Mesure de la température*

11.7.8.1 *Les mesures de température sont faites au moyen de thermocouples, en fil de 0,07 mm² (approximativement 30 AWG) ou plus petit.*

11.7.8.2 *Pour les organes de serrage le thermocouple doit être situé du côté de l'ouverture de l'organe de serrage, à proximité de la surface de contact conducteur/organe de serrage.*

11.7.8.3 *Le thermocouple du conducteur de référence doit être placé au milieu de la longueur du conducteur de référence, sous son isolation.*

11.7.8.4 *La mise en place du thermocouple ne doit endommager ni l'organe de serrage ni le conducteur de référence.*

NOTE – La fixation du thermocouple dans un perçage de petit diamètre est une méthode convenable si les performances n'en sont pas affectées et si le constructeur l'accepte.

11.7.8.5 *La température ambiante doit être mesurée avec deux thermocouples de telle manière qu'il soit possible d'obtenir une valeur moyenne stable dans le voisinage de la boucle d'essai, sans influence extérieure excessive. Les thermocouples doivent être placés dans le même plan horizontal que les spécimens, à une distance minimale de 600 mm.*

NOTE – Une méthode satisfaisante pour obtenir une mesure stable est, par exemple, de fixer les thermocouples à une plaque de cuivre non revêtu d'environ 50 mm x 50 mm et 6 mm à 10 mm d'épaisseur.

11.7.9 *Evaluation des résultats de l'essai*

NOTE – L'évaluation des résultats de l'essai est basée à la fois sur la limite d'échauffement des organes de serrage et la variation de température pendant la totalité de l'essai.

Pour chaque organe de serrage:

- l'échauffement ne doit pas dépasser 110 K.*
- le coefficient de stabilité S ne doit pas dépasser ± 10 K.*

La conformité est vérifiée par les essais de 11.7.9.1 et 11.7.9.2.

11.7.9.1 *La boucle d'essai doit être soumise à 500 cycles d'une heure sous courant et une heure sans courant, en commençant avec un courant alternatif égal à 1,12 fois la valeur du courant d'essai déterminé en 11.5. Vers la fin de chaque période avec passage de courant lors des 24 premiers cycles, le courant doit être ajusté de façon à élever la température du conducteur de référence jusqu'à 75 °C.*

Au 25^e cycle le courant doit être ajusté pour la dernière fois et la température une fois stable doit être enregistrée comme première mesure. Il ne doit y avoir aucun autre ajustement du courant d'essai pendant la suite de l'essai.

Les températures doivent être enregistrées au cours d'un cycle au moins chaque jour de travail, et après approximativement 25, 50, 75, 100, 125, 175, 225, 275, 350, 425 et 500 cycles.

11.7.7.10 *The test specimens shall be located in a substantially vibration and draught-free environment and at an ambient temperature between 15 °C and 35 °C. Once the test is started the permissible variation is ± 4 K provided the range limitation is not exceeded.*

11.7.8 *Temperature measuring*

11.7.8.1 *Temperature measurements are made by means of thermocouples, 0,07 mm² (approximately 30 AWG) or smaller wire.*

11.7.8.2 *For the clamping units, the thermocouple shall be located on the conductor entry side of the clamping unit close to the conductor/clamping unit contact interface.*

11.7.8.3 *For the reference conductor, the thermocouple shall be located midway between the ends of the conductor and under its insulation.*

11.7.8.4 *Positioning of the thermocouple shall not damage the clamping unit or the reference conductor.*

NOTE – Drilling of a small hole and subsequent fastening of the thermocouple is an acceptable method provided performance is not affected and it is acceptable to the manufacturer.

11.7.8.5 *The ambient temperature shall be measured with two thermocouples in such a manner as to achieve an average and stable reading in the vicinity of the test loop without undue external influence. The thermocouples shall be located in a horizontal plane intersecting the specimens and a minimum of 600 mm away.*

NOTE – A satisfactory method for achieving a stable measurement is for example to attach the thermocouples to unplated copper plates approximately 50 mm x 50 mm and 6 mm to 10 mm thick.

11.7.9 *Tests and acceptance criteria*

NOTE – Evaluation of performance is based on both the limit of clamping unit temperature rise and temperature variation during the entire test.

For each clamping unit:

- *the temperature rise shall not exceed 110 K;*
- *the stability factor S shall not exceed ± 10 K.*

Compliance is checked by 11.7.9.1 and 11.7.9.2.

11.7.9.1 *The test loop shall be subjected to 500 cycles of equal one hour current-on and one hour current-off operations starting at an a.c. current equal to 1.12 times the test current value determined in 11.5. Near the end of each current-on period for the first 24 cycles, the current shall subsequently be adjusted to raise the temperature of the reference conductor to 75 °C.*

At the 25th cycle the test current shall be adjusted for the last time and the stable temperature shall be recorded as the first measurement. There shall be no further adjustment of the test current for the remainder of the test.

Temperatures shall be recorded for at least one cycle of each working day, and after approximately 25, 50, 75, 100, 125, 175, 225, 275, 350, 425 and 500 cycles.

Les températures doivent être mesurées durant les cinq dernières minutes de la période sous courant. Si la taille du lot de spécimens d'essai ou la vitesse du système d'acquisition de données ne permettent pas d'effectuer la totalité des mesures dans les cinq minutes, la période sous courant devra être augmentée jusqu'à pouvoir terminer les mesures.

La période sans courant peut être raccourcie après les premiers 25 cycles d'essai à 5 min de plus que le temps maximal passé par chaque organe de serrage pour atteindre une température stable égale à la température ambiante à 5 K près, durant la période sans courant. Une ventilation forcée peut être utilisée pour réduire la période sans courant si cette méthode est acceptée par le constructeur. Dans ce cas, elle doit être appliquée à l'ensemble de la boucle d'essai et ne doit pas être à une température inférieure à la température ambiante.

11.7.9.2 Le coefficient de stabilité *S* pour chacune des 11 mesures de température de 11.7.9.1 est déterminé par soustraction algébrique de l'écart moyen de température *D* à la valeur de l'écart de température *d*.

L'écart de température *d* pour les 11 mesures individuelles est obtenu par soustraction de la température du conducteur de référence de la température de l'organe de serrage.

NOTE – La valeur de *d* est positive si la température de l'organe de serrage est plus élevée que la température du conducteur de référence, et négative dans le cas contraire.

Tableau 13 – Exemple de calcul pour un organe de serrage

Nombre de cycles <i>a</i>	Température °C			
	Organe de serrage <i>b</i>	Conducteur de référence <i>c</i>	<i>d = b - c</i>	<i>S = d - D</i>
25	79	78	1	0,18
50	80	77	3	2,18
75	78	78	0	-0,82
100	76	77	-1	-1,82
125	77	77	0	-0,82
175	78	77	1	0,18
225	79	76	3	2,18
275	78	76	2	1,18
350	77	78	-1	-1,82
425	77	79	-2	-2,82
500	81	78	3	2,18

Somme *d* = +9

D = moyenne *d* = +9/11 = +0,82

12 Résistance à la corrosion

A l'étude.

Temperatures shall be measured during the last five minutes of the current on-time. If the size of the test specimen set or the speed of the data acquisition system is such that not all measurements can be completed within 5 min, the current on-time shall be extended as necessary to complete such measurements.

The current-off time may be reduced after the first 25 cycles of testing to 5 min more than the maximum time it takes the temperature of all clamping unit assemblies to be within 5 K of ambient temperature during the current-off period. Forced-air cooling may be employed to reduce the current-off time if acceptable to the manufacturer. In that case, it shall be applied to the entire test loop and shall not be at a lower than ambient temperature.

11.7.9.2 The stability factor S for each of the 11 temperature measurements in 11.7.9.1 is to be determined by subtracting the average temperature deviation D from the 11 values of the temperature deviation d .

The temperature deviation d for the 11 individual temperature measurements is obtained by subtracting the associated reference conductor temperature from the clamping unit temperature.

NOTE – The value of d is positive if the clamping unit temperature is higher than that of the reference conductor and negative if less.

Table 13 – Example of a sample calculation for one clamping unit

Cycle number a	Temperature °C			
	Clamping unit b	Reference conductor c	$d = b - c$	$S = d - D$
25	79	78	1	0,18
50	80	77	3	2,18
75	78	78	0	-0,82
100	76	77	-1	-1,82
125	77	77	0	-0,82
175	78	77	1	0,18
225	79	76	3	2,18
275	78	76	2	1,18
350	77	78	-1	-1,82
425	77	79	-2	-2,82
500	81	78	3	2,18

Sum $d = +9$

$D = \text{average } d = +9/11 = +0,82$

12 Resistance to corrosion

Under consideration.

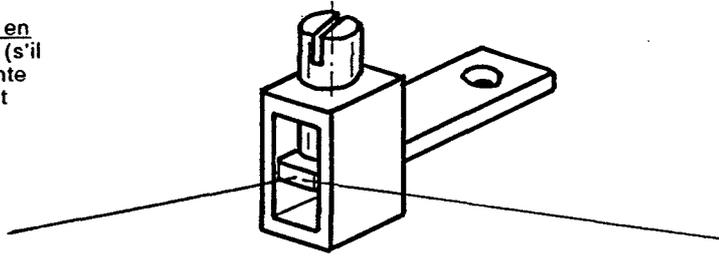
- Page blanche -

- Blank page -

Cas A ou B

Dispositif de connexion en tant que partie séparée (s'il n'est pas partie intégrante comme indiqué dans cet exemple)
ou
Borne (si elle est partie intégrante d'un produit)

Organe de serrage



Case A or B

Connecting device as separate entity (if not integral part of a product)
or
Terminal (if integral part of a product)

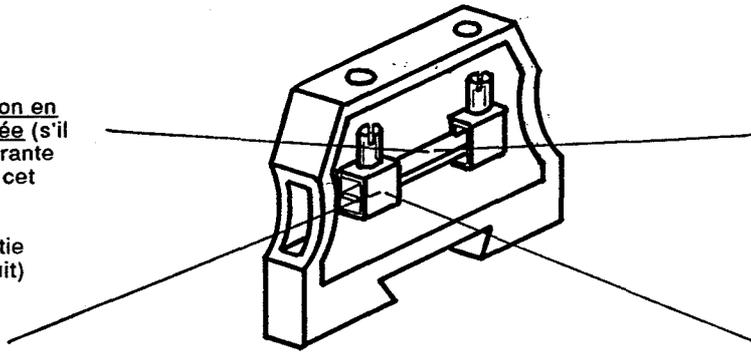
Clamping unit

Cas A, B ou C

Produit

Dispositif de connexion en tant que partie séparée (s'il n'est pas partie intégrante comme indiqué dans cet exemple)
ou
Borne (si elle est partie intégrante d'un produit)

Organe de serrage



Case A, B or C

Product

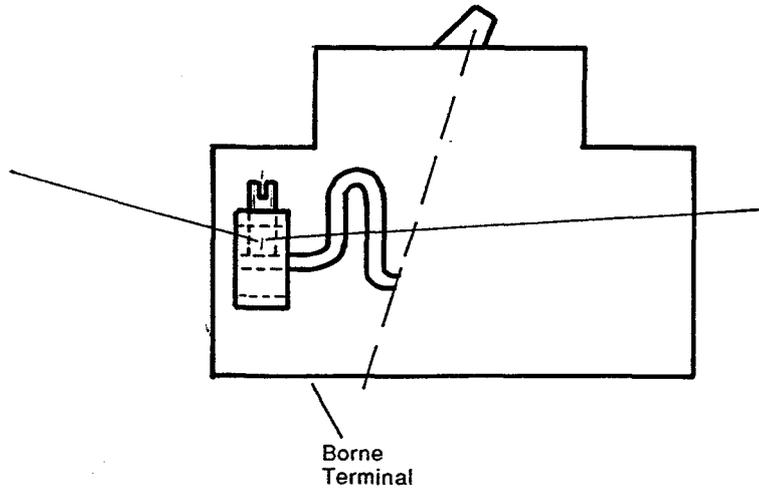
Connecting device as separate entity (if not integrate part of a product)
or
Terminal (if integral part of a product)

Clamping unit

Cas C

Produit

Organe de serrage



Case C

Product

Clamping unit

Borne
Terminal

CEI-IEC 001/96

**Figure 1 – Présentation des organes de serrage en borne
Presentation of clamping unit in terminal**

Annexe A
(normative)

Couple à appliquer aux vis ISO

Tableau A.1

Diamètre nominal du filetage mm (in)	Couple pour les vis métalliques Nm (lb-in)				
	I	II	III	IV	V
Jusqu'à et y compris 2,8 (0,11)	0,2 (1,8)	-	0,4 (3,5)	0,4 (3,5)	-
> 2,8 (0,11) jusqu'à et y compris 3,0 (0,12)	0,25 (2,2)	-	0,5 (4,4)	0,5 (4,4)	-
> 3,0 (0,12) jusqu'à et y compris 3,2 (0,13)	0,3 (2,7)	-	0,6 (5,3)	0,6 (5,3)	-
> 3,2 (0,13) jusqu'à et y compris 3,6 (0,14)	0,4 (3,5)	-	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	-
> 3,6 (0,14) jusqu'à et y compris 4,1 (0,16)	0,7 (6,2)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)
> 4,1 (0,16) jusqu'à et y compris 4,7 (0,18)	0,8 (7,1)	1,2 (10,6)	1,8 (15,9)	1,8 (15,9)	1,8 (15,9)
> 4,7 (0,18) jusqu'à et y compris 5,3 (0,21)	0,8 (7,1)	1,4 (12,4)	2,0 (17,7)	2,0 (17,7)	2,0 (17,7)
> 5,3 (0,21) jusqu'à et y compris 6,0 (0,24)	1,2 (10,6)	1,8 (15,9)	2,5 (22,1)	3,0 (26,6)	3,0 (26,6)
> 6,0 (0,24) jusqu'à et y compris 8,0 (0,31)	2,5 (22,1)	2,5 (22,1)	3,5 (31,0)	6,0 (53,1)	4,0 (35,4)
> 8,0 (0,31) jusqu'à et y compris 10,0 (0,39)	-	3,5 (31,0)	4,0 (35,4)	10,0 (88,5)	6,0 (53,1)
> 10,0 (0,39) jusqu'à et y compris 12,0 (0,47)	-	4,0 (35,4)	-	-	8,0 (70,9)
> 12,0 (0,47) jusqu'à et y compris 15,0 (0,59)	-	5,0 (44,2)	-	-	10,0 (88,5)

Les valeurs de couple dans ce tableau feront l'objet d'études ultérieures.

La colonne I s'applique aux vis sans tête, si la vis, quand elle est serrée, ne dépasse pas du trou, et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis.

La colonne II s'applique aux écrous des organes de serrage à capot taraudé, qui sont serrés au moyen d'un tournevis.

La colonne III s'applique aux autres vis des organes de serrage, qui sont serrées au moyen d'un tournevis.

La colonne IV s'applique aux vis et écrous, autres que les écrous des organes de serrage à capot taraudé, qui sont serrés par un autre moyen qu'un tournevis.

La colonne V s'applique aux écrous des organes de serrage à capot taraudé, qui sont serrés par un autre moyen qu'un tournevis.

Pour les bornes à capot taraudé le diamètre nominal spécifié est celui du goujon fendu.

Annex A (normative)

Torque to be applied for ISO screws

Table A.1

Nominal diameter of thread mm (in)	Torque for metal screws Nm (lb-in)				
	I	II	III	IV	V
Up to and including 2,8 (0,11)	0,2 (1,8)	–	0,4 (3,5)	0,4 (3,5)	–
> 2,8 (0,11) up to and including 3,0 (0,12)	0,25 (2,2)	–	0,5 (4,4)	0,5 (4,4)	–
> 3,0 (0,12) up to and including 3,2 (0,13)	0,3 (2,7)	–	0,6 (5,3)	0,6 (5,3)	–
> 3,2 (0,13) up to and including 3,6 (0,14)	0,4 (3,5)	–	0,8 (7,1)	0,8 (7,1)	–
> 3,6 (0,14) up to and including 4,1 (0,16)	0,7 (6,2)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)
> 4,1 (0,16) up to and including 4,7 (0,18)	0,8 (7,1)	1,2 (10,6)	1,8 (15,9)	1,8 (15,9)	1,8 (15,9)
> 4,7 (0,18) up to and including 5,3 (0,21)	0,8 (7,1)	1,4 (12,4)	2,0 (17,7)	2,0 (17,7)	2,0 (17,7)
> 5,3 (0,21) up to and including 6,0 (0,24)	1,2 (10,6)	1,8 (15,9)	2,5 (22,1)	3,0 (26,6)	3,0 (26,6)
> 6,0 (0,24) up to and including 8,0 (0,31)	2,5 (22,1)	2,5 (22,1)	3,5 (31,0)	6,0 (53,1)	4,0 (35,4)
> 8,0 (0,31) up to and including 10,0 (0,39)	–	3,5 (31,0)	4,0 (35,4)	10,0 (88,5)	6,0 (53,1)
> 10,0 (0,39) up to and including 12,0 (0,47)	–	4,0 (35,4)	–	–	8,0 (70,9)
> 12,0 (0,47) up to and including 15,0 (0,59)	–	5,0 (44,2)	–	–	10,0 (88,5)

Torque values in this table will be the subject of further study.

Column I applies to screws without heads, if the screw, when tightened, does not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the diameter of the screw.

Column II applies to nuts of mantle clamping units, which are tightened by means of a screwdriver.

Column III applies to other screws of clamping units, which are tightened by means of a screwdriver.

Column IV applies to screws and nuts, other than nuts of mantle clamping units, which are tightened by means other than a screwdriver.

Column V applies to nuts of mantle clamping units, which are tightened by means other than a screwdriver.

For mantle clamping units the specified nominal diameter is that of the slotted stud.

**Annexe B
(normative)**

Couple à appliquer aux vis S.A.E.

Tableau B.1 – Couple de serrage pour les vis de 4,8 mm (0,189 in) et au-delà

Taille du conducteur d'essai installé dans l'organe de serrage mm ² (AWG)	Couple de serrage Nm (Lb-in)	
	Tête fendue de 4,8 mm (0,189 in) et au-delà ¹⁾	
	Largeur de la fente 1,2 mm (0,047 in) ou moins et Longueur de la fente 6,4 mm (0,250 in) ou moins	Largeur de la fente supérieure à 1,2 mm (0,047 in) et/ou Longueur de la fente supérieure à 6,4 mm (0,250 in)
0,5-6 (20-10)	2,3 (20)	4,0 (35)
10 (8)	2,8 (25)	4,5 (40)
16-25 (6-4)	4,0 (35)	5,1 (45)
- (3)	4,0 (35)	5,6 (50)
35 (2)	4,5 (40)	5,6 (50)
50 (0)	-	5,6 (50)

¹⁾ Pour les valeurs de longueur ou de largeur de fente ne correspondant pas à celles spécifiées, sélectionner la plus grande valeur de couple associée à la taille du conducteur. La largeur de la fente est la valeur nominale du modèle. La longueur de la fente est mesurée au fond de la fente.

Tableau B.2 – Couple de serrage pour les vis à tête fendue inférieure à 4,8 mm (0,189 in) destinée à être utilisées avec des conducteurs de 6 mm² (10 AWG) ou inférieurs

Longueur de la fente de la vis mm (in) ²⁾	Couple de serrage Nm (Lb-in)	
	Largeur de la fente de la vis ¹⁾	
	Inférieure à 1,2 mm (0,047 in)	1,2 mm (0,047 in) et supérieure
Inférieure à 4,0 (0,157)	0,8 (7)	1,0 (9)
4,0 (0,157)	0,8 (7)	1,4 (12)
4,8 (0,189 in)	0,8 (7)	1,4 (12)
5,6 (0,219)	0,8 (7)	1,4 (12)
6,4 (0,250)	1,0 (9)	1,4 (12)
7,1 (0,281)	-	1,7 (15)
Supérieure à 7,1 (0,281)	-	2,3 (20)

¹⁾ La largeur de la fente est la valeur nominale du modèle.

²⁾ Pour les longueurs de fente de valeurs intermédiaires, sélectionner le couple appartenant à la fente de longueur immédiatement inférieure. La longueur de la fente est mesurée au fond de la fente.

Annex B (normative)

Torque to be applied for S.A.E. screws

Table B.1 – Tightening torque for screws 4,8 mm (0,189 in) and larger

	Tightening torque, Nm (Lb-in)	
	Slotted head 4,8 mm (0,189 in) and larger ¹⁾	
Size of test conductor size installed in clamping unit mm ² (AWG)	Slot width 1,2 mm (0,047 in) or less and Slot length 6,4 mm (0,250 in) or less	Slot width over 1,2 mm (0,047 in) and/or Slot length over 6,4 mm (0,250 in)
0,5-6 (20-10)	2,3 (20)	4,0 (35)
10 (8)	2,8 (25)	4,5 (40)
16-25 (6-4)	4,0 (35)	5,1 (45)
– (3)	4,0 (35)	5,6 (50)
35 (2)	4,5 (40)	5,6 (50)
50 (0)	–	5,6 (50)

1) For values of slot width or length not corresponding to those specified, select the largest torque value associated with the conductor size. Slot width is the nominal design value. Slot length is measured at the bottom of the slot.

Table B.2 – Tightening torque for slotted head screws smaller than 4,8 mm (0,189 in) intended for use with 6 mm² (10 AWG) or smaller conductors

Slot length of screw mm (in) ²⁾	Tightening torque Nm (Lb-in)	
	Slot width of screw ¹⁾	
	Smaller than 1,2 mm (0,047 in)	1,2 mm (0,047 in) and larger
Less than 4,0 (0,157)	0,8 (7)	1,0 (9)
4,0 (0,157)	0,8 (7)	1,4 (12)
4,8 (0,189)	0,8 (7)	1,4 (12)
5,6 (0,219)	0,8 (7)	1,4 (12)
6,4 (0,250)	1,0 (9)	1,4 (12)
7,1 (0,281)	–	1,7 (15)
Above 7,1 (0,281)	–	2,3 (20)

1) Slot width is the nominal design value.
2) For slot lengths of intermediate values, select torque pertaining to next shorter slot length. Slot length is to be measured at the bottom of the slot.

Tableau B.3 – Couple de serrage pour les vis à tête hexagonale par clé à tube

Taille du conducteur d'essai installé dans l'organe de serrage mm ² (AWG)	Couple de serrage Nm (Lb-in)	
	Organe de serrage à capot taraudé	Autres types d'organes de serrage
0,5-6 (20-10)	9,0 (80)	8,5 (75)
10 (8)	9,0 (80)	8,5 (75)
16-25 (6-4)	18,6 (165)	12,4 (110)
- (3)	31,1 (275)	16,9 (150)
35 (2)	31,1 (275)	16,9 (150)
50 (0)	31,1 (275)	16,9 (150)

Tableau B.4 – Couple de serrage pour les vis à six pans creux

Taille du six pans sur plats mm (in)	Couple de serrage Nm (Lb-in)
3,2 (0,125)	5,1 (45)
4,0 (0,151)	11,4 (100)
4,8 (0,189)	13,8 (120)
5,6 (0,220)	17,0 (150)
6,4 (0,250)	22,6 (200)
7,9 (0,312)	31,1 (275)
9,5 (0,375)	42,4 (375)
12,7 (0,500)	56,5 (500)
14,3 (0,562)	67,8 (600)

Table B.3 – Tightening torque for hexagonal head screws – External drive socket wrench

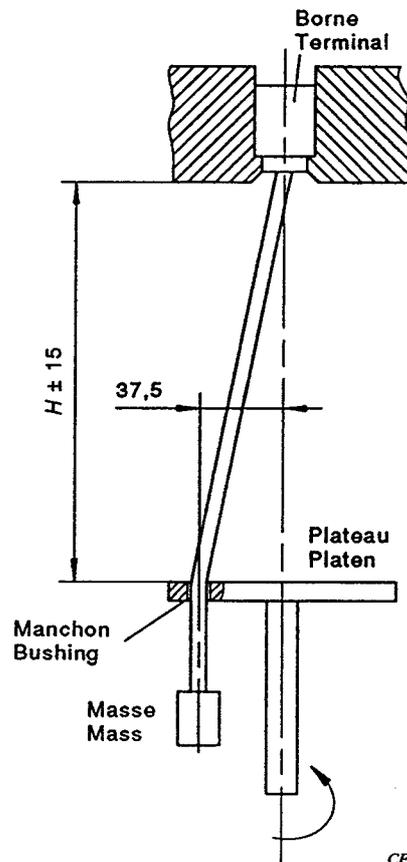
Test conductor size installed in clamping unit mm ² (AWG)	Tightening torque Nm (Lb-in)	
	Mantle type clamping unit	Other types of clamping units
0,5-6 (20-10)	9,0 (80)	8,5 (75)
10 (8)	9,0 (80)	8,5 (75)
16-25 (6-4)	18,6 (165)	12,4 (110)
– (3)	31,1 (275)	16,9 (150)
35 (2)	31,1 (275)	16,9 (150)
50 (0)	31,1 (275)	16,9 (150)

Table B.4 – Tightening torque for Allen head screws

Socket size across flats mm (in)	Tightening torque Nm (Lb-in)
3,2 (0,125)	5,1 (45)
4,0 (0,151)	11,4 (100)
4,8 (0,189)	13,8 (120)
5,6 (0,220)	17,0 (150)
6,4 (0,250)	22,6 (200)
7,9 (0,312)	31,1 (275)
9,5 (0,375)	42,4 (375)
12,7 (0,500)	56,5 (500)
14,3 (0,562)	67,8 (600)

- Page blanche -

- Blank page -

Annexe C
(normative)**Appareil d'essai pour l'essai de rotation (voir 11.2)****Annex C**
(normative)**Test apparatus for mechanical disturbance test (see 11.2)**

CEI-IEC 50294

Annexe D
(normative)

Détermination de la section de l'aluminium en fonction du courant assigné et de la section du cuivre correspondante

Pour les dispositifs de connexion ayant un courant assigné spécifié ou faisant partie intégrante d'un produit de courant assigné spécifié, ce qui suit est un guide permettant de déterminer la section du conducteur en aluminium à utiliser dans les essais thermiques.

Lorsque la norme correspondante ne spécifie pas de section, les sections de conducteurs en aluminium à utiliser sont indiquées aux tableaux D.1 et D.1A.

Tableau D.1 (issu de la CEI 898)

Courant assigné A	Section en aluminium mm ²
> 6 jusqu'à et y compris 15	2,5
> 15 jusqu'à et y compris 20	4
> 20 jusqu'à et y compris 25	6
> 25 jusqu'à et y compris 32	10
> 32 jusqu'à et y compris 50	16
> 50 jusqu'à et y compris 65	25
> 65 jusqu'à et y compris 80	35
> 80 jusqu'à et y compris 100	50

Table D.1A

Courant assigné A	Section en aluminium AWG
> 0 jusqu'à et y compris 15	12
> 15 jusqu'à et y compris 25	10
> 25 jusqu'à et y compris 40	8
> 40 jusqu'à et y compris 50	6
> 50 jusqu'à et y compris 65	4
> 65 jusqu'à et y compris 75	3
> 75 jusqu'à et y compris 90	2
> 90 jusqu'à et y compris 100	1
> 100 jusqu'à et y compris 120	0

Annex D (normative)

Determination of aluminium cross-section according to the rated current and corresponding copper cross-section

For connecting devices with a specified rated current or forming part of a product with a specified rated current, the following is a guide to determine the aluminium conductor cross-section to be used in thermal tests.

Where no conductor cross-sections are specified in the relevant standard, aluminium conductor cross-sections to be used are indicated in tables D.1 and D.1A.

Table D.1 (from IEC 898)

Rated current A	Aluminium cross-section mm ²
> 6 up to and including 15	2,5
> 15 up to and including 20	4
> 20 up to and including 25	6
> 25 up to and including 32	10
> 32 up to and including 50	16
> 50 up to and including 65	25
> 65 up to and including 80	35
> 80 up to and including 100	50

Table D.1A

Rated current A	Aluminium cross-section AWG
> 0 up to and including 15	12
> 15 up to and including 25	10
> 25 up to and including 40	8
> 40 up to and including 50	6
> 50 up to and including 65	4
> 65 up to and including 75	3
> 75 up to and including 90	2
> 90 up to and including 100	1
> 100 up to and including 120	0

A titre d'information complémentaire, la section de conducteur en aluminium correspondant à la section de conducteur en cuivre est indiquée aux tableaux D.2 et D.2A.

Tableau D.2 (issu de la CEI 364-5-523)

Section de cuivre mm ²	Section d'aluminium correspondante mm ²
2,5	4
4	6
6	10
10	16
16	25
25	35
35	50

Tableau D.2A

Section de cuivre AWG	Section d'aluminium correspondante AWG
14	12
12	10
10	8
8	6
6	4
4	2
3	1
2	0

For additional information, the aluminium conductor cross-section corresponding to the copper conductor cross-section is indicated in tables D.2 and D.2A.

Table D.2 (from IEC 364-5-523)

Copper cross-section mm ²	Corresponding aluminium cross-section mm ²
2,5	4
4	6
6	10
10	16
16	25
25	35
35	50

Table D.2A

Copper cross-section AWG	Corresponding aluminium cross-section AWG
14	12
12	10
10	8
8	6
6	4
4	2
3	1
2	0

Annexe E
(normative)

Annex E
(normative)

Arrangement des échantillons pour l'essai de cycles thermiques

Arrangement of samples for the current-cycling test

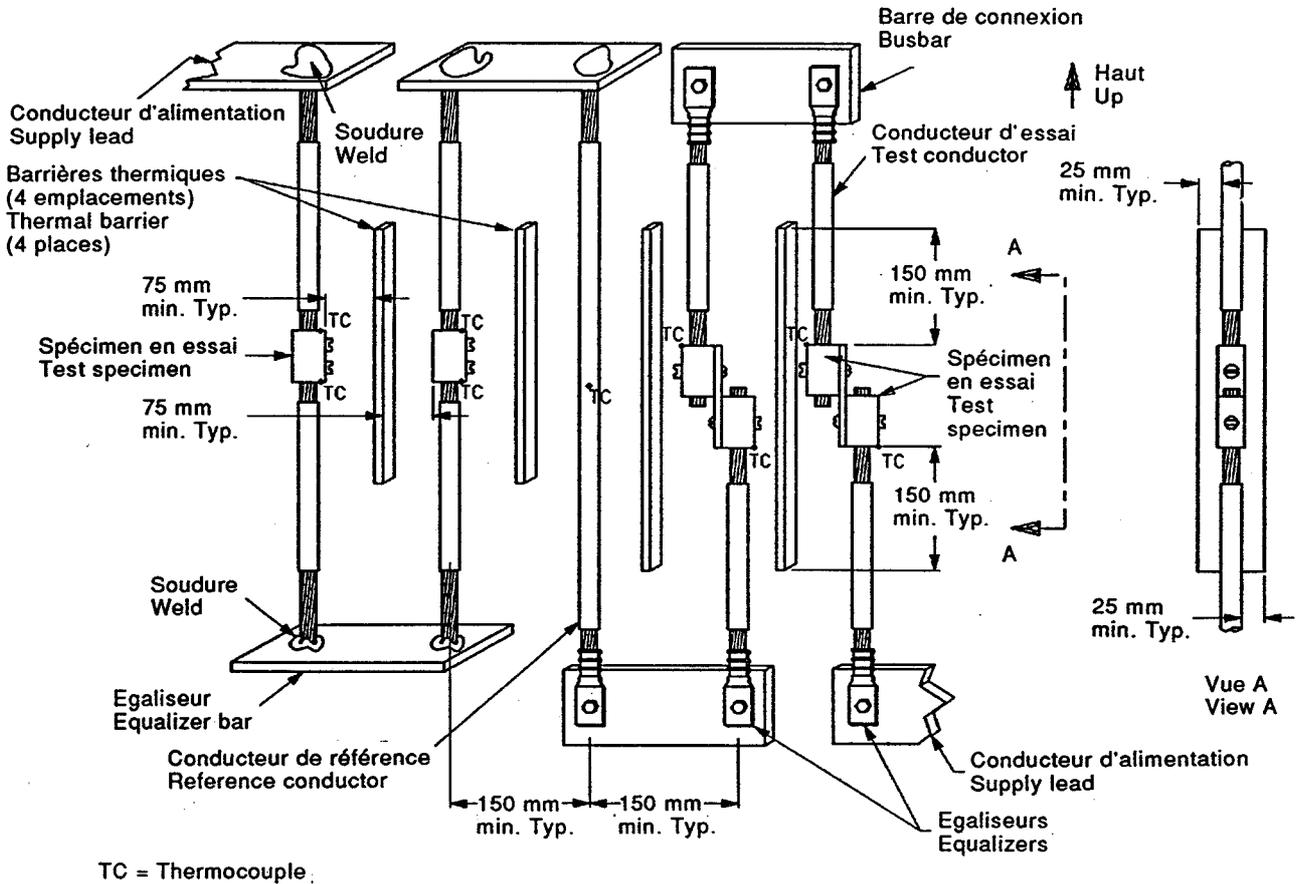
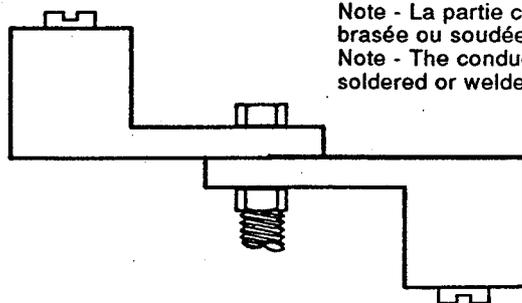


Figure E.1 – Disposition générale pour l'essai
General arrangement for the test



Note - La partie conductrice peut être boulonnée, brasée ou soudée.
Note - The conducting part may be bolted, soldered or welded.

Note - La partie conductrice peut être boulonnée, brasée ou soudée.
The conducting part may be bolted, soldered or welded.

Figure E.2

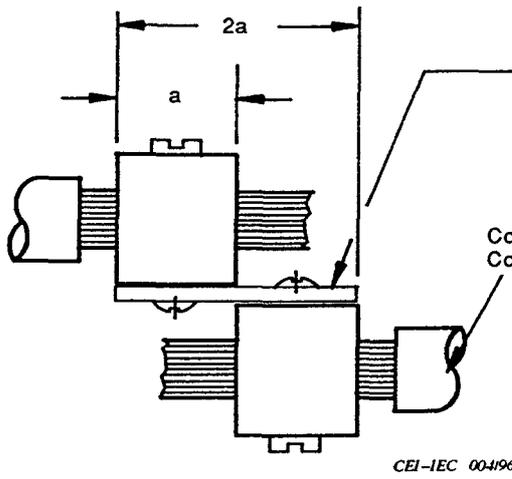


Figure E.3

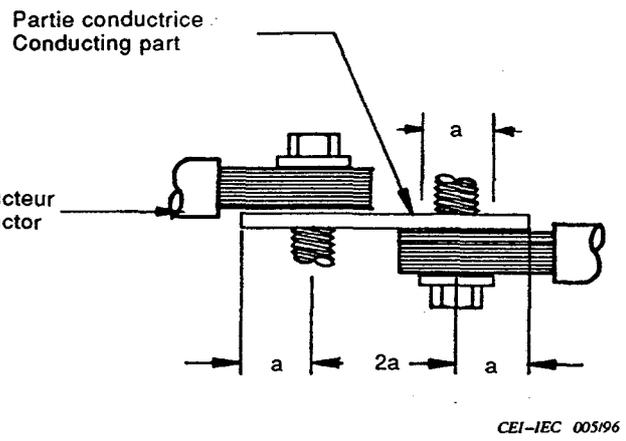


Figure E.4

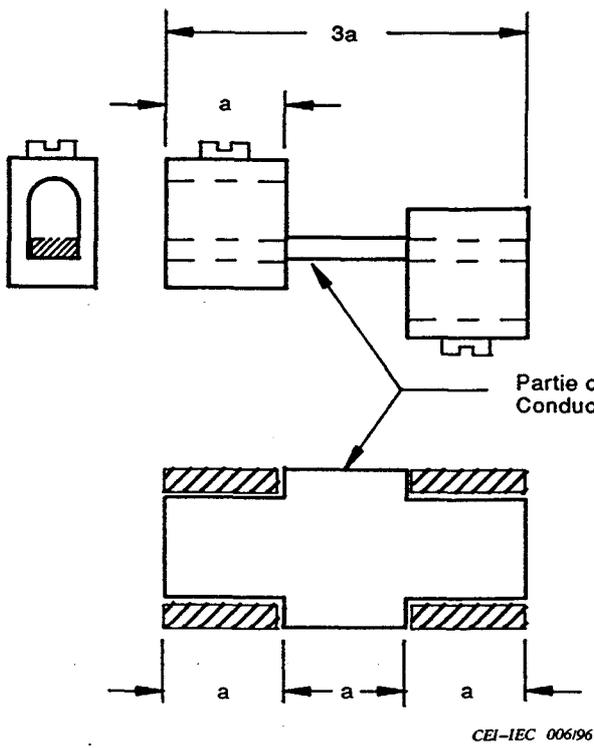


Figure E.5

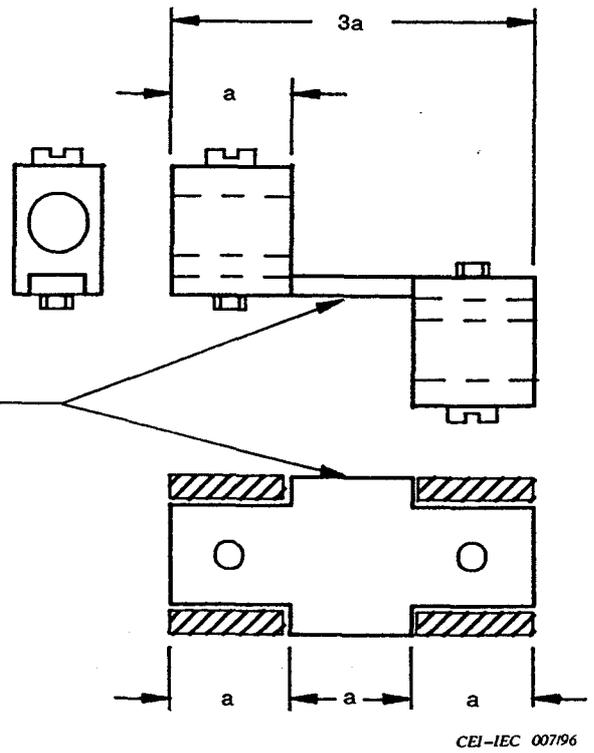


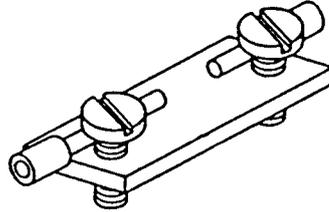
Figure E.6

Annexe F
(informative)

Annex F
(informative)

Exemples de bornes de type à vis

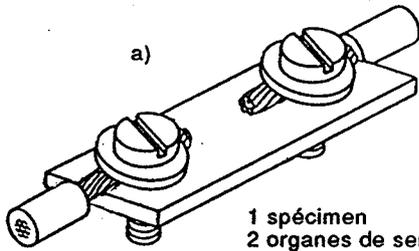
Examples of screw-type terminals



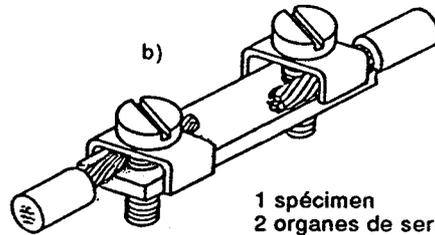
1 spécimen
2 organes de serrage
1 specimen
2 clamping units

CEI-IEC 008/96

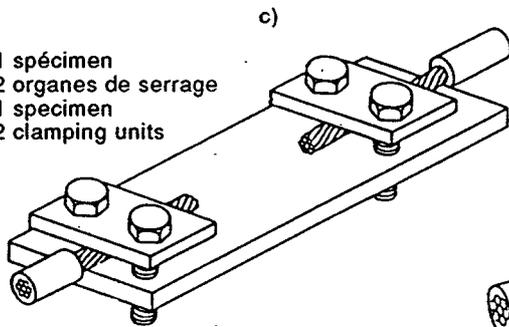
Figure F.1 – Pression appliquée directement par la tête de vis pour conducteurs cylindriques non préparés
Direct pressure through screw head for unprepared round conductors



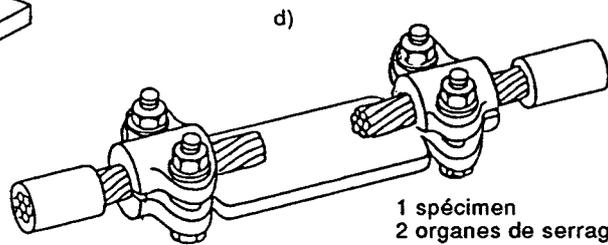
1 spécimen
2 organes de serrage
1 specimen
2 clamping units



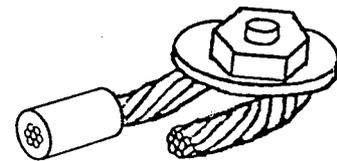
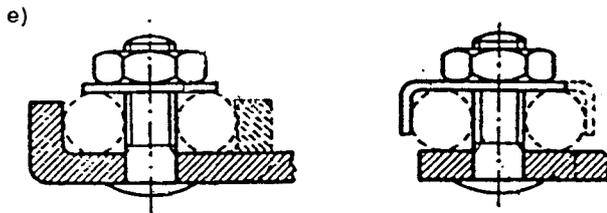
1 spécimen
2 organes de serrage
1 specimen
2 clamping units



1 spécimen
2 organes de serrage
1 specimen
2 clamping units

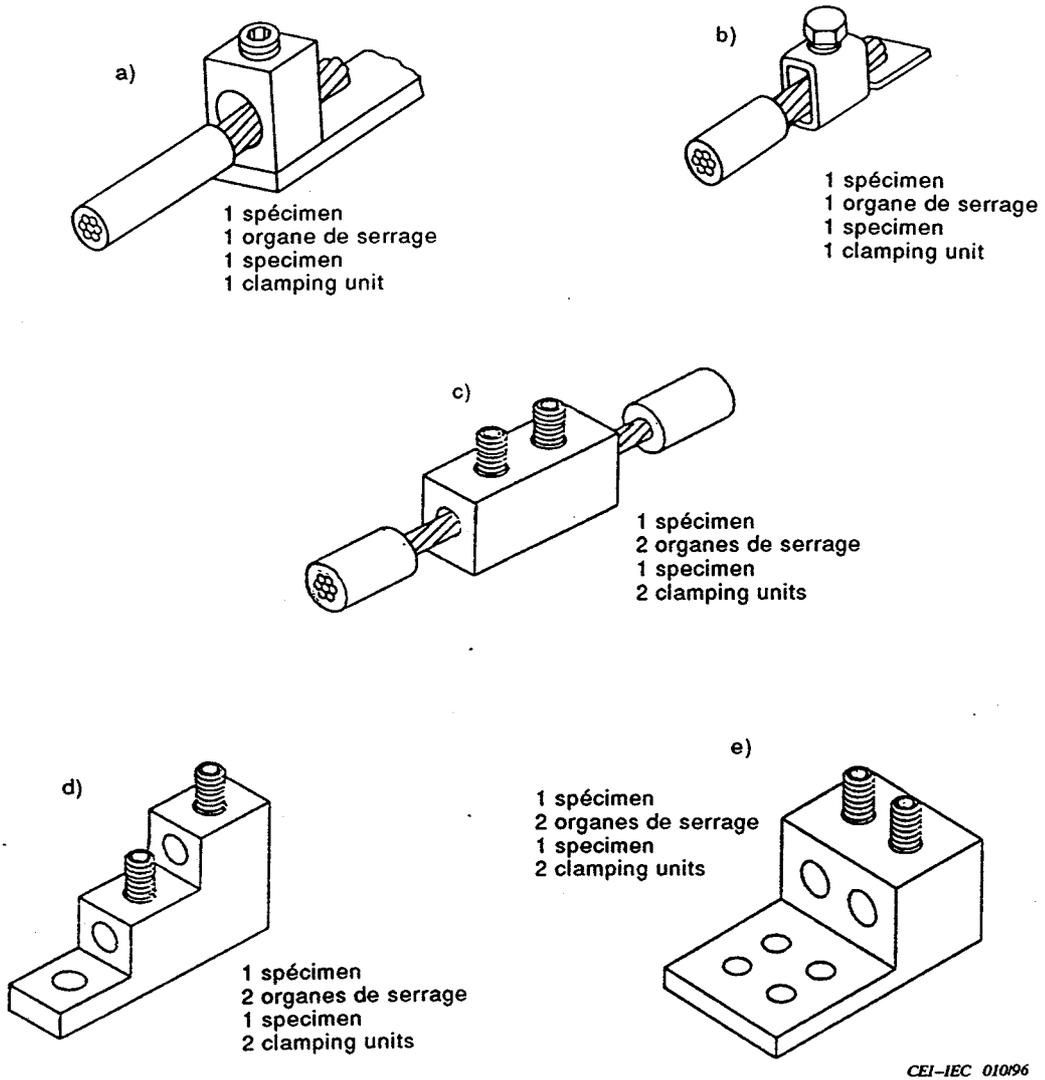


1 spécimen
2 organes de serrage
1 specimen
2 clamping units

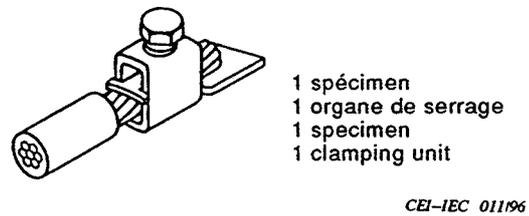


CEI-IEC 009/96

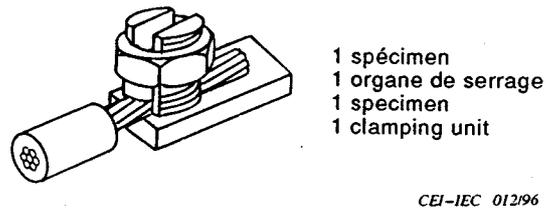
Figure F.2 – Pression appliquée indirectement par une pièce intermédiaire pour conducteurs cylindriques non préparés
Indirect pressure through exerting piece for unprepared round conductors



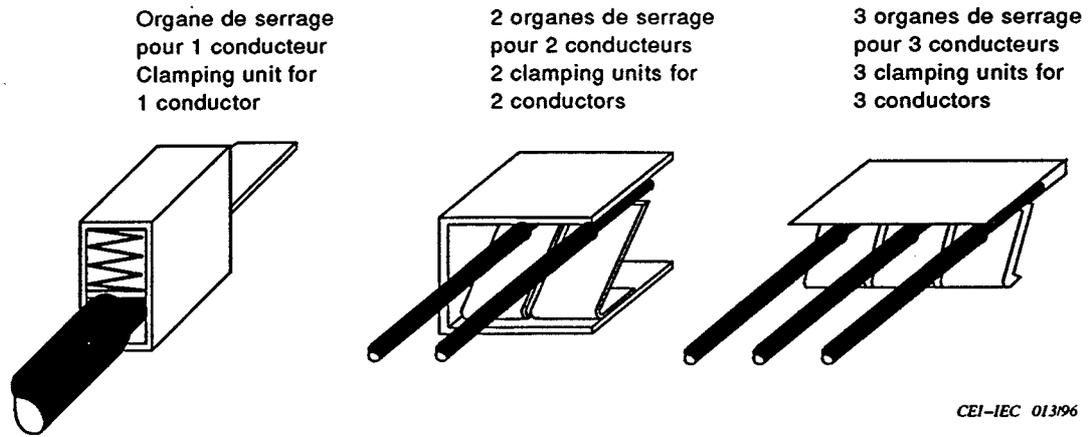
**Figure F.3 – Borne à trou à pression directe
Pillar terminal with direct pressure**



**Figure F.4 – Borne à trou
Pillar terminal**



**Figure F.5 – Borne à capot taraudé
Mantle terminal**



**Figure F.6 – Exemples de bornes sans vis avec un ou plusieurs organes de serrage
Examples of screwless-type terminals with one or more clamping units**

Annexe G
(informative)

**Classes de conducteurs d'essai
en aluminium**

Raisons de la définition du type d'aluminium pour les conducteurs:

- 1) assurer la reproductibilité des essais effectués par les concepteurs, les laboratoires d'essais et les laboratoires d'essais et de conception des constructeurs;
- 2) fournir des conducteurs utilisables par les concepteurs et les constructeurs pour qualifier (essais de type) de nouveaux dispositifs de connexion qui offriront des performances fiables pour tous les conducteurs utilisés;
- 3) prendre en considération qu'il y a au moins deux zones de marché différentes avec les conducteurs associés (classe A pour la zone nord américaine et classe B pour la zone européenne).

Annex G
(informative)

**Class of aluminium test
conductors**

Purpose of aluminium conductor type definitions:

- 1) to ensure reproducibility of tests by designers, test houses and manufacturers' design/testing laboratories;
- 2) to provide conductors for use by designers and producers to qualify (type tests) new connecting devices that will provide reliable performance on all available conductors in use;
- 3) to realize that there are at least two different market zones with associated conductors (class A for North American zone and class B for European zone).

- Page blanche -

- Blank page -

Annexe H
(informative)

**Relation approximative entre les
sections en millimètres carrés
et les tailles AWG**

Annex H
(informative)

**Approximate relationship
between square millimetres
and AWG sizes**

Section nominale Nominal cross-sectional area mm ²	Taille AWG AWG size	Section métrique équivalente Equivalent metric area mm ²
0,5	20	0,52
0,75	18	0,82
1,0	-	-
1,5	16	1,30
2,5	14	2,10
4,0	12	3,30
6,0	10	5,30
10,0	8	8,40
16,0	6	13,30
25,0	4	21,20
35,0	2	33,60
50,0	0	53,50

Annexe J (informative)

Exemples d'application pour les essais d'échauffement et de cycles thermiques

Cas	Domaine des sections de conducteur	Courant assigné	Essai d'échauffement	Essai de cycles thermiques pour les organes de serrage marqués Al ou Al/Cu	Essai de cycles thermiques pour les organes de serrage marqués Cu
A	2,5 mm ² à 16 mm ² (partie séparée)	–	<p>a) Voir tableau 8: sélectionner la plus grande taille (16 mm²), les courants sont de 100 A pour le 16 mm² Cu et de 79 A pour le 16 mm² Al</p> <p>b) Permettre un échauffement maximal de 50 K</p>	<p>Effectuer l'essai sur de l'Al seulement</p> <p>a) Commencer à 1,12 x 79 A et utiliser du 16 mm² Al</p> <p>b) Augmenter la température du conducteur de référence jusqu'à 75 °C en ajustant le courant</p> <p>c) Au 25^e cycle, ajuster le courant pour la dernière fois et attendre que la température soit stable pour faire la première mesure</p> <p>d) Le coefficient de stabilité doit être dans les ± 10 K. L'échauffement maximal doit être inférieur à 110 K</p>	<p>Effectuer l'essai sur du Cu</p> <p>a) Commencer à 1,12 x 100 A et utiliser du 16 mm² Cu</p> <p>b) Augmenter la température du conducteur de référence jusqu'à 75 °C en ajustant le courant</p> <p>c) Au 25^e cycle, ajuster le courant pour la dernière fois et attendre que la température soit stable pour faire la première mesure</p> <p>d) Le coefficient de stabilité doit être dans les ± 10 K. L'échauffement maximal doit être inférieur à 110 K</p>
B	2,5 mm ² à 16 mm ² (partie séparée)	25 A	<p>a) Voir tableau D.1: 25 A -> 6 mm² Al</p> <p>b) Voir tableau D.2: 6 mm² Al -> 4 mm² Cu</p> <p>c) Voir tableau 8: 4 mm² Cu -> 40 A 6 mm² Al -> 46 A</p> <p>d) Permettre un échauffement maximal de 50 K</p>	<p>Même chose que ci-dessus sauf que l'essai est fait sur du 6 mm² Al et commencé à 1,12 x 46 A</p>	<p>Même chose que ci-dessus sauf que l'essai est fait sur du 4 mm² Cu et commencé à 1,12 x 40 A</p>
C	2,5 mm ² à 16 mm ² (partie intégrante d'un produit)	25 A	<p>Voir la norme de produit Si la taille du conducteur Al n'est pas définie voir annexe D (25 A correspond à 6 mm² Al)</p>	<p>Même chose que ci-dessus sauf que l'essai est fait avec la taille de conducteur Al utilisée pour l'essai d'échauffement et est commencé à 1,12 x *) A</p>	<p>Même chose que ci-dessus sauf que l'essai est fait avec la taille de conducteur Cu utilisée pour l'essai d'échauffement et est commencé à 1,12 x *) A</p>
*) La valeur du courant est déterminée lors de l'essai d'échauffement.					

NOTE – Pour les dispositifs de connexion dont la norme de produit ne définit pas de conducteurs en Al, utiliser les tableaux de l'annexe D pour déterminer les tailles comme dans le cas B.

Annex J
(informative)

Examples of application for temperature-rise and current-cycling tests

Case	Wire size range	Rated current	Temperature rise test	Current-cycling test for clamping units marked Al or Al/Cu	Current-cycling test for clamping units marked Cu
A	2,5 mm ² to 16 mm ² (separate entity)	–	<p>a) See table 8: select the largest size (16 mm²), currents are 100 A for 16 mm² Cu and 79 A for 16 mm² Al</p> <p>b) Allow 50 K maximum temperature rise</p>	<p>Perform the test only on Al</p> <p>a) Start at 1,12 x 79 A and use 16 mm² Al</p> <p>b) Raise reference conductor to 75 °C by adjusting the current</p> <p>c) At 25th cycle, adjust the current for the last time and wait until the temperature is stable to take the first measurement</p> <p>d) The stability factor shall be within ±10 K. The maximum temperature rise shall be less than 110 K</p>	<p>Perform the test on Cu</p> <p>a) Start at 1,12 x 100 A and use 16 mm² Cu</p> <p>b) Raise reference conductor to 75 °C by adjusting the current</p> <p>c) At 25th cycle, adjust the current for the last time and wait until the temperature is stable to take the first measurement</p> <p>d) The stability factor shall be within ±10 K. The maximum temperature rise shall be less than 110 K</p>
B	2,5 mm ² to 16 mm ² (separate entity)	25 A	<p>a) See table D 1: 25 A -> 6 mm² Al</p> <p>b) See table D 2: 6 mm² Al -> 4 mm² Cu</p> <p>c) See table 8: 4 mm² Cu -> 40 A 6 mm² Al -> 46 A</p> <p>d) Allow 50 K maximum temperature rise</p>	<p>Same as above except use 6 mm² Al, start at 1,12 x 46 A</p>	<p>Same as above except use 4 mm² Cu, start at 1,12 x 40 A</p>
C	2,5 mm ² to 16 mm ² (integral part of a product)	25 A	<p>See product standard If Al conductor size is not defined, refer to annex D (25 A give 6 mm² Al)</p>	<p>Same as above except use Al conductor size selected for temperature- rise test, start at 1,12 x *) A</p>	<p>Same as above except use Cu conductor size selected for temperature- rise test, start at 1,12 x *) A</p>

*) Current value determined in the temperature-rise test.

NOTE – For connecting devices when the product standard does not define Al conductors, use tables in annex D to determine sizes as in case B.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 29.120.20
