

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
60352-1**

Troisième édition  
Third edition  
1997-08

**Connexions sans soudure –**

**Partie 1:  
Connexions enroulées –  
Règles générales, méthodes d'essai  
et guide pratique**

**Solderless connections –**

**Part 1:  
Wrapped connections –  
General requirements, test methods  
and practical guidance**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60352-1: 1997

## Numéros des publications

Les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000 dès le 1er janvier 1997.

## Publications consolidées

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

## Validité de la présente publication

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

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

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

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

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

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

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

## Numbering

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

## Consolidated publications

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

## Validity of this publication

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

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

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

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

## Terminology, graphical and letter symbols

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

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

## IEC publications prepared by the same technical committee

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

\* See web site address on title page.

# NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI  
IEC

60352-1

Troisième édition  
Third edition  
1997-08

## Connexions sans soudure –

**Partie 1:  
Connexions enroulées –  
Règles générales, méthodes d'essai  
et guide pratique**

## Solderless connections –

**Part 1:  
Wrapped connections –  
General requirements, test methods  
and practical guidance**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

V

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	6
Articles	
1    Domaine d'application et objet .....	8
2    Références normatives .....	8
3    Définitions .....	10
4    Exigences .....	14
4.1    Exécution .....	14
4.2    Outils .....	14
4.3    Bornes .....	16
4.4    Fils pour enroulement .....	24
4.5    Connexions enroulées .....	26
5    Essais .....	30
5.1    Généralités sur les essais .....	30
5.2    Essais de type .....	30
5.3    Programmes d'essais .....	36
6    Guide pratique .....	46
6.1    Courant limite .....	46
6.2    Informations sur les outils .....	46
6.3    Informations sur les bornes .....	50
6.4    Information sur les fils .....	58
6.5    Informations sur les connexions .....	60

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60352-1:1997

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	7
Clause	
1    Scope and object .....	9
2    Normative references .....	9
3    Definitions .....	11
4    Requirements .....	15
4.1    Workmanship .....	15
4.2    Tools .....	15
4.3    Posts .....	17
4.4    Wrapping wires .....	25
4.5    Wrapped connections .....	27
5    Tests .....	31
5.1    Testing .....	31
5.2    Type tests .....	31
5.3    Test schedules .....	37
6    Practical guidance .....	47
6.1    Current-carrying capacity .....	47
6.2    Tool information .....	47
6.3    Post information .....	51
6.4    Wire information .....	59
6.5    Connection information .....	61

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60352-1:1997

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## CONNEXIONS SANS SOUDURE -

Partie 1: Connexions enroulées -  
Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique

## 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 du possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60352-1 a été établie par le sous-comité 48B: Connecteurs, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 1983, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
48B/590/FDIS	48B/635/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.

Le contenu du corrigendum du mois d'octobre 1998 a été pris en considération dans cet exemplaire.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SOLDERLESS CONNECTIONS –****Part 1: Wrapped connections –****General requirements, test methods and practical guidance****FOREWORD**

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60352-1 has been prepared by subcommittee 48B: Connectors, of IEC technical committee 48: Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1983, of which it constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
48B/590/FDIS	48B/635/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.

The contents of the corrigendum of October 1998 have been included in this copy.

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60352 contient des exigences, des essais et un guide pratique.

Deux programmes d'essai sont proposés.

Un programme d'essai de base qui s'applique aux connexions enroulées conformes à toutes les exigences de l'article 4.

Ces exigences sont élaborées à partir de l'expérience acquise sur des applications menées à bien sur de telles connexions.

Un programme d'essai complet qui s'applique aux connexions enroulées qui ne sont pas totalement conformes à toutes les exigences de l'article 4, par exemple les connexions réalisées à partir de matières ou de traitements de surface non définis dans l'article 4.

Ce système permet un contrôle optimisé en coût et temps en utilisant le programme d'essais de base réduit pour les connexions enroulées éprouvées et le programme d'essais complet étendu pour les connexions enroulées nécessitant une vérification complète des performances.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-1:1997

## INTRODUCTION

This part of IEC 60352 includes requirements, tests and practical guidance information.

Two test schedules are provided.

The basic test schedule applies to wrapped connections which conform to all the requirements of clause 4.

These requirements are derived from experience with successful applications of such wrapped connections.

The full test schedule applies to wrapped connections which do not fully conform to all the requirements of clause 4, for example those which are manufactured using materials or finishes not included in clause 4.

This approach permits cost- and time-effective performance verification using a limited basic test schedule for established wrapped connections and an expanded full test schedule for wrapped connections requiring more extensive performance validation.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60352-1:1997

**CONNEXIONS SANS SOUDURE –**  
**Partie 1: Connexions enroulées –**  
**Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique**

### **1 Domaine d'application et objet**

La présente partie de la CEI 60352 est applicable aux connexions enroulées constituées de fils massifs monobrins ronds, d'un diamètre nominal minimal de 0,16 mm, de bornes spécialement étudiées pour l'utilisation dans les équipements de télécommunication et les systèmes électroniques utilisant des techniques similaires.

Des informations sur les matières et des résultats dus à l'expérience industrielle y sont inclus en plus des méthodes d'essais pour assurer des connexions électriquement stables dans des conditions d'environnement prescrites.

L'objet de cette norme est de déterminer la conformité des connexions enroulées dans des conditions mécaniques, électriques et atmosphériques spécifiées et elle a également pour objet de fournir un moyen de comparaison des résultats d'essai quand les outils utilisés pour faire les connexions sont de conception ou de fabrication différente.

### **2 Références normatives**

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60352. 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 partie de la CEI 60352 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 60050(581): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 581: Composants électromécaniques pour équipements électroniques*

CEI 60068-1: 1988, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et guide*  
Amendement 1 (1992)

CEI 60352-5: 1995, *Connexions sans soudure – Partie 5: Connexions insérées à force sans soudure – Règles générales, méthodes d'essai et guide pratique*

CEI 60512-1: 1994, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques: procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 1: Généralités*

CEI 60512-2: 1985, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques: procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 2: Examen général, essais de continuité électrique et de résistance de contact, essais d'isolement et essais de contrainte diélectrique*  
Amendement 1 (1994)

CEI 60512-6: 1984, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques: procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 6: Essais climatiques et essais de soudure*

CEI 60512-8: 1993, *Composants électromécaniques pour équipements électroniques: procédures d'essai de base et méthodes de mesure – Partie 8: Essais mécaniques des connecteurs, des contacts et des sorties*

CEI 60979: 1989, *Fils pour connexions enroulées*

ISO 468: 1982, *Rugosité de surface – Paramètres, leurs valeurs et les règles générales de la détermination des spécifications*

ISO 1337: 1980, *Cuivres corroyés (de teneur en cuivre minimale de 99,85 %) – Composition chimique et formes des produits corroyés*

ISO 6507-1: 1982, *Matériaux métalliques – Essai de dureté – Essai Vickers – Partie 1: HV 5 à HV 100*

**SOLDERLESS CONNECTIONS –**  
**Part 1: Wrapped connections –**  
**General requirements, test methods and practical guidance**

## 1 Scope and object

This part of IEC 60352 is applicable to wrapped connections made with single solid round wires with nominal diameters of 0,16 mm minimum and appropriately designed posts for use in telecommunications equipment and in electronic devices employing similar techniques.

Information on materials and data from industrial experience are included in addition to the test procedures to provide electrically stable connections under prescribed environmental conditions.

The object of this standard is to determine the suitability of wrapped connections under specified mechanical, electrical and atmospheric conditions, and to provide a means of comparing test results when the tools used to make the connections are of different design or manufacture.

## 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60352. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60352 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 60050(581): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 581: Electromechanical components for electronic equipment*

IEC 60068-1: 1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*  
Amendment 1 (1992)

IEC 60352-5: 1995, *Solderless connections – Part 5: Solderless press-in connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60512-1: 1994, *Electromechanical components for electronic equipment – Basic testing procedures and measuring methods – Part 1: General*

IEC 60512-2: 1985, *Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods – Part 2: General examination, electrical continuity and contact resistance tests, insulation tests and voltage stress tests*  
Amendment 1 (1994)

IEC 60512-6: 1984, *Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods – Part 6: Climatic tests and soldering tests*

IEC 60512-8: 1993, *Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods – Part 8: Connector tests (mechanical) and mechanical tests on contacts and terminations*

IEC 60979: 1989, *Wires for wire wrapping applications*

ISO 468: 1982, *Surface roughness – Parameters, their values and general rules for specifying requirements*

ISO 1337: 1980, *Wrought coppers (having minimum copper contents of 99,85 %) – Chemical composition and forms of wrought products*

ISO 6507-1: 1982, *Metallic materials – Hardness test – Vickers test – Part 1: HV 5 to HV 100*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60352, les termes et définitions de la CEI 60050(581) et de la CEI 60512-1 ainsi que les termes et définitions supplémentaires suivants sont applicables.

**3.1 borne pour connexion enroulée:** Borne généralement de section rectangulaire et aux arêtes vives, destinée à recevoir une connexion enroulée. [VEI 581-03-34, modifiée]

NOTE – Dans cette norme, le terme «borne pour connexion enroulée» est abrégé et devient simplement «borne».

**3.2 connexion enroulée:** Connexion sans soudure obtenue par enroulement d'un conducteur massif autour d'une borne pour connexion enroulée (voir figure 1). [VEI 581-03-10, modifiée]

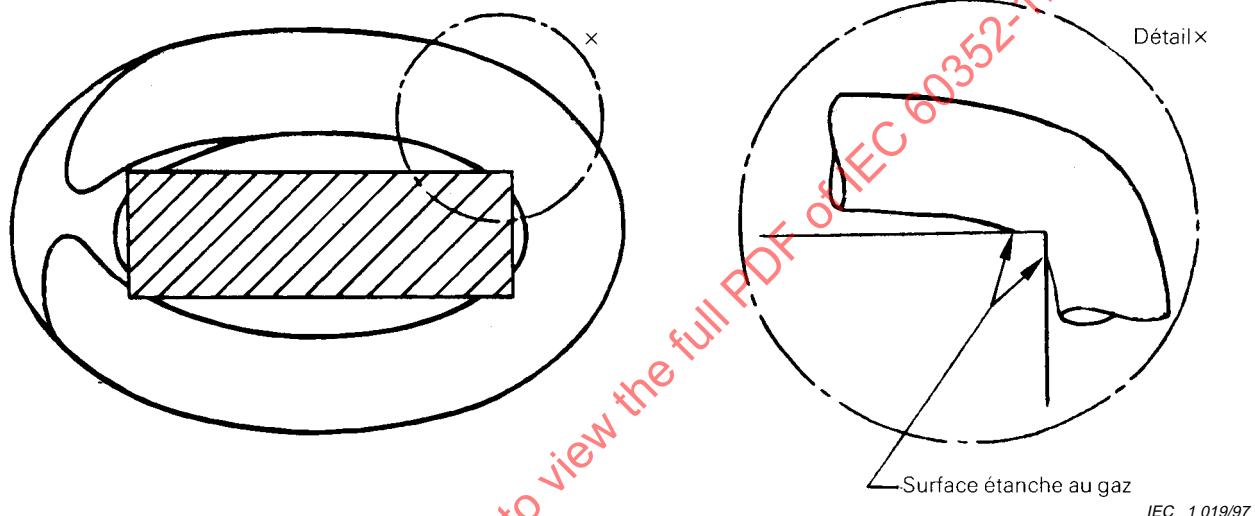


Figure 1 – Connexion enroulée

**3.3 connexion enroulée simple:** Connexion sans soudure obtenue par enroulement d'un conducteur massif autour d'une borne pour connexion enroulée, sans aucun contact de l'isolant du fil avec la borne (voir figure 2a). [VEI 581-03-45]

**3.4 connexion enroulée renforcée:** Connexion sans soudure obtenue par enroulement d'un conducteur massif autour d'une borne pour connexion enroulée, l'isolant du fil couvrant au moins trois arêtes de la borne (voir figure 2b). [VEI 581-03-44]

**3.5 tour de conducteur:** Spirale de 360° du fil autour d'une borne pour connexion enroulée. [VEI 581-03-65]

**3.6 arête de référence:** Arête de la borne pour connexion enroulée où le fil dénudé est entaillé pour la première fois et à partir de laquelle on compte le nombre de spires de l'enroulement (voir figure 2). [VEI 581-03-38]

### 3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60352, the terms and definitions included in IEC 60050(581) and IEC 60512-1 and the following additional terms and definitions apply.

**3.1 wrap post:** A termination generally rectangular with sharp corners made to accept a wrapped connection. [IEV 581-03-34, modified]

NOTE – In this standard, the term "wrap post" is shortened to "post".

**3.2 wrapped connection:** A solderless connection achieved by wrapping a solid conductor around a wrap post (see figure 1). [IEV 581-03-10, modified]

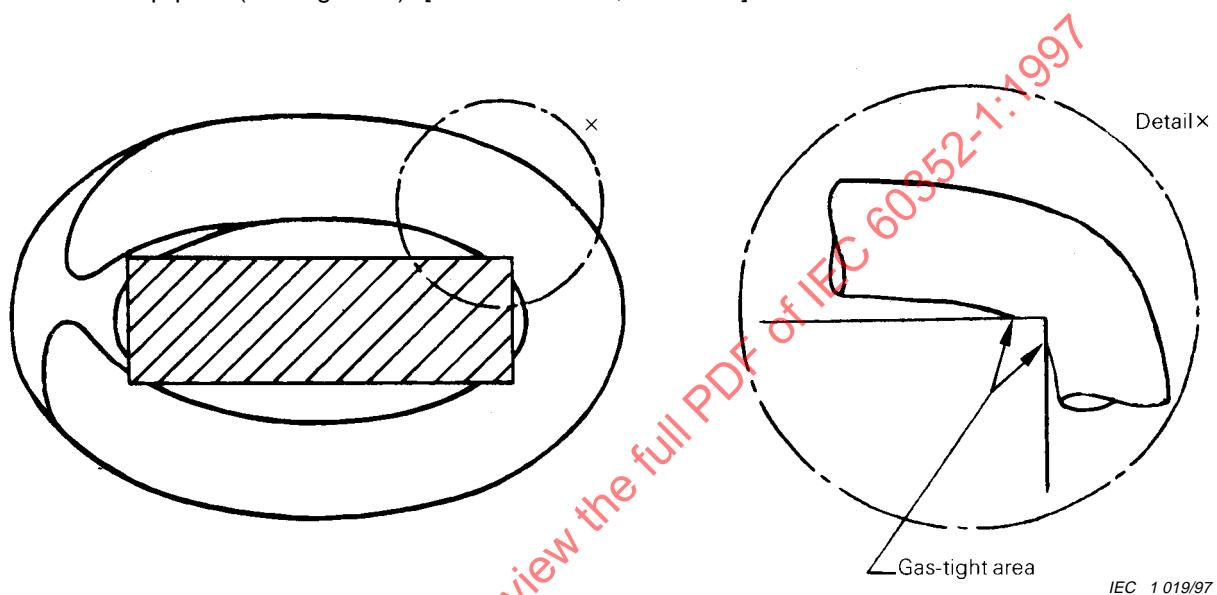


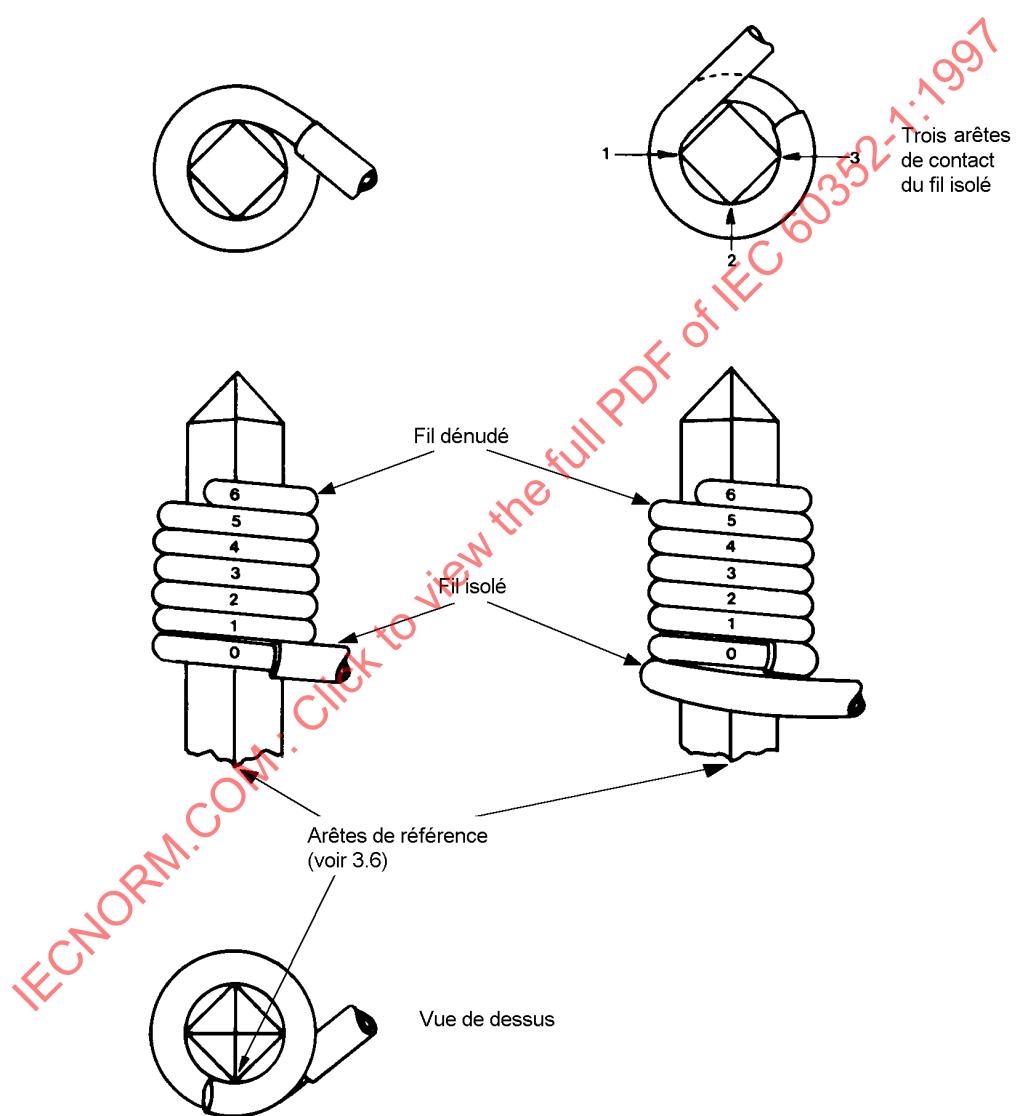
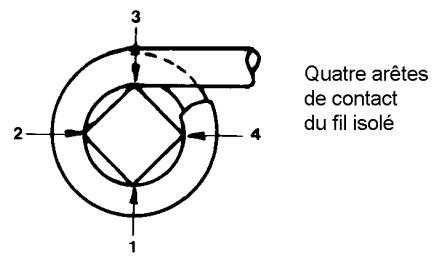
Figure 1 – Wrapped connection

**3.3 conventional wrapped connection:** A solderless connection achieved by wrapping a solid conductor around a wrap post without any contact of the wire insulation to the post (see figure 2a). [IEV 581-03-45]

**3.4 modified wrapped connection:** A solderless connection achieved by wrapping a solid conductor around a wrap post with the wire insulation wrapped around at least three corners of the post (see figure 2b). [IEV 581-03-44]

**3.5 turn of wire:** A single helical ring of wire wrapped 360° around a wrap post. [IEV 581-03-65]

**3.6 reference corner:** That corner of the wrap post at which the stripped wire makes its first indentation and from which the number of wrapped turns is counted (see figure 2). [IEV 581-03-38]



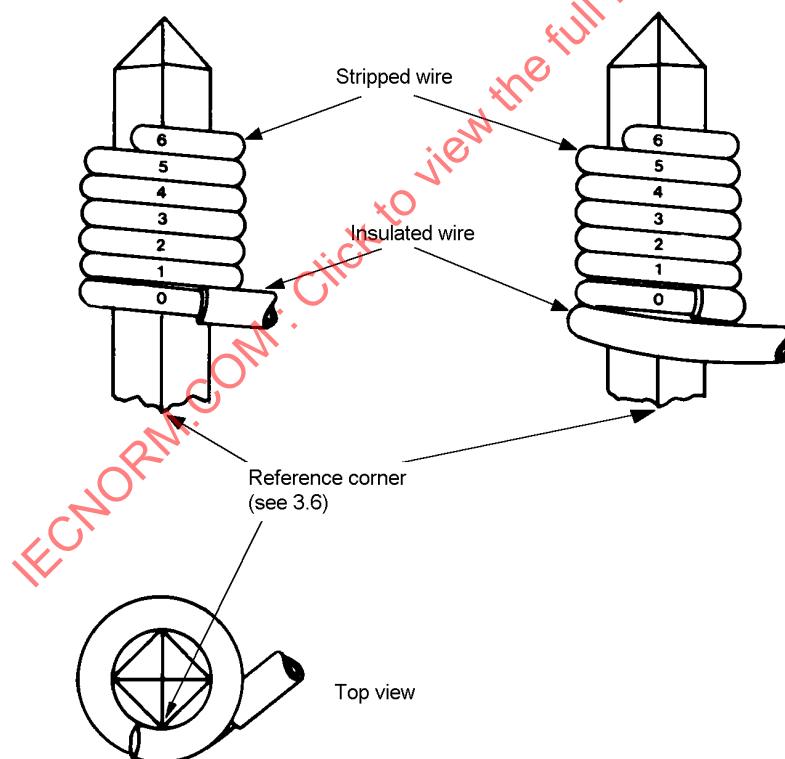
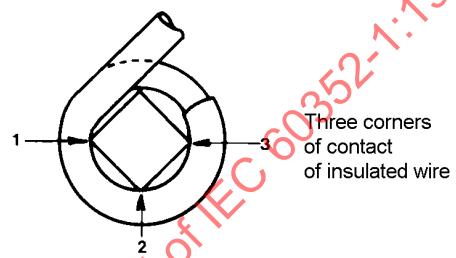
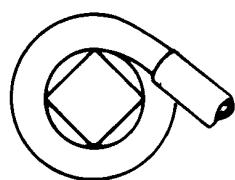
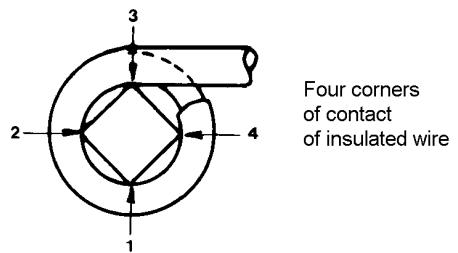
IEC 1 020/97

IEC 1 021/97

**Figure 2a – Connexion enroulée simple**

**Figure 2b – Connexion enroulée renforcée**

**Figure 2 – Arête de référence**



IEC 1 020/97

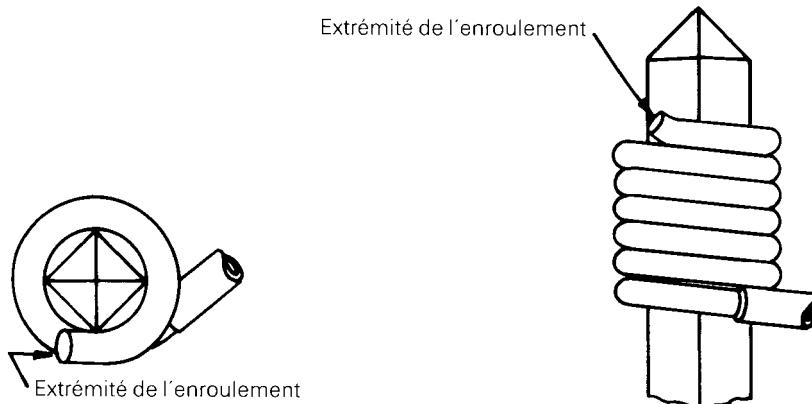
**Figure 2a – Conventional wrapped connection**

IEC 1 021/97

**Figure 2b – Modified wrapped connection**

**Figure 2 – Reference corner**

**3.7 extrémité de l'enroulement:** Portion finale de la dernière spire d'une connexion enroulée au-delà de la dernière arête de contact (voir figure 3). [VEI 581-03-54]



**Figure 3 – Extrémité de l'enroulement**

**3.8 surface étanche aux gaz:** Partie de la surface du contact qui n'est pas affectée par les gaz dans les conditions spécifiées (voir figure 1). [VEI 581-03-64]

**3.9 force d'arrachement:** Force appliquée à la connexion enroulée le long de l'axe principal de la borne, qui détruit les surfaces étanches aux gaz. [VEI 581-03-55]

NOTE – Les surfaces étanches aux gaz sont détruites par le mouvement initial de la connexion le long de la borne.

**3.10 longueur d'enroulement réelle:** Partie d'une borne appropriée et disponible à l'application d'une connexion enroulée pour laquelle les exigences sont définies. [VEI 581-03-60]

**3.11 longueur totale de la borne:** Longueur de la borne du plan de fixation jusqu'à l'extrémité. [VEI 581-03-61]

**3.12 contraintes de fretage:** Tension dans le fil, induite par l'opération d'enroulement et maintenue par le blocage du fil aux arêtes de la borne. [VEI 581-03-50]

## 4 Exigences

### 4.1 Exécution

Les connexions doivent être exécutées de façon soignée et dans les règles de l'art.

### 4.2 Outils

Les outils doivent être vérifiés et utilisés en accord avec les instructions données par le fabricant.

#### 4.2.1 Outils d'enroulement

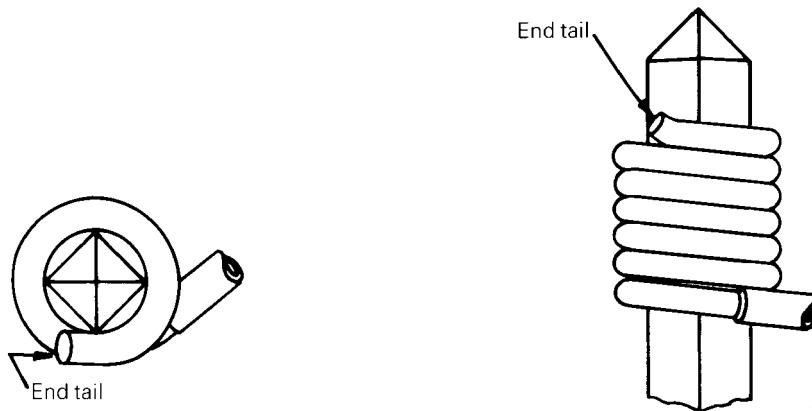
L'outil d'enroulement doit être capable d'effectuer des connexions uniformément fiables pendant sa durée de vie utile. Il doit également plaquer de façon nette la dernière spire, sans dommage au fil enroulé ou à la borne. Le trou de la broche doit avoir une profondeur suffisante pour recevoir la longueur totale de la borne (voir 6.2.1 et 6.3.5.3).

Les outils sont évalués en essayant les connexions enroulées effectuées avec les outils à évaluer.

#### 4.2.2 Outils de déroulement

L'outil de déroulement ne doit pas endommager la borne et doit retirer entièrement le fil déroulé de la borne (voir 6.2.2).

3.7 **end tail**: The final portion of the last turn of wire in a wrapped connection which extends beyond the last corner of contact (see figure 3). [IEV 581-03-54]



**Figure 3 – End tail**

3.8 **gas-tight area**: The part of the contact area that is not affected by gases under specified conditions (see figure 1). [IEV 581-03-64]

3.9 **stripping force**: The force applied to the wrapped connection along the major axis of the post which breaks the gas-tight areas. [IEV 581-03-55]

NOTE – The gas-tight areas are broken by the initial movement of the connection along the post.

3.10 **effective wrapping length**: That portion of a wrap post suitable and available for the application of the wrapped connection for which all requirements are fixed. [IEV 581-03-60]

3.11 **total post length**: The length of a post from the mounting plane to the tip. [IEV 581-03-61]

3.12 **hoop stress**: The tension in the wire induced by the wrapping operation and maintained by the wire being locked on the corners of the post. [IEV 581-03-50]

## 4 Requirements

### 4.1 Workmanship

The connections shall be processed in a careful and workmanlike manner, in accordance with good current practice.

### 4.2 Tools

Tools shall be used and inspected according to the instructions given by the manufacturer.

#### 4.2.1 Wrapping tools

The wrapping tool shall be capable of making uniformly reliable connections during its lifetime. It shall also make a neat closure of the last turn, without causing undue mutilation of the wrapping wire or post. The hole in the bit shall have a depth sufficient to accommodate the total length of the post (see 6.2.1 and 6.3.5.3).

Tools are evaluated by testing wrapped connections made with the tools to be evaluated.

#### 4.2.2 Unwrapping tools

Unwrapping tools shall not damage the post and shall completely remove the unwrapped wire from the post (see 6.2.2).

### 4.3 Bornes

#### 4.3.1 Matières

Des alliages de cuivre de dureté Vickers 95 HV 5 à 220 HV 5, testés selon la méthode d'essai de l'ISO 6507-1, doivent être utilisés. Des alliages tels que le laiton, le bronze phosphoreux, l'argent-nickel conviennent. Quand il est nécessaire de mesurer la dureté de la borne et que l'on ne peut utiliser la méthode Vickers à cause de la taille de l'indentation, d'autres méthodes telles que la dureté Knoop ou à diamant pyramidal peuvent être utilisées.

NOTE – Les duretés de 95 HV 5 à 120 HV 5 sont plus particulièrement utilisées pour les barres d'interconnexion ayant des bornes pour connexion enroulée.

#### 4.3.2 Sections transversales

Le tableau 1 contient 11 groupes de dimensions de bornes ainsi que les dimensions des fils correspondants.

**Tableau 1 – Dimensions des bornes et des fils**

Dimensions des bornes			Dimensions des fils								
Familles de diagonales <sup>2)</sup> mm	Dimensions préférentielles (nominales) mm	Diamètre nominal du conducteur mm									
		0,16	0,26	0,32	0,4	0,5	0,65	0,8	1,0		
		Diamètre maximal de l'isolant <sup>1)</sup> mm									
		0,27	0,7	0,9	1,17	1,27	1,32	1,5	1,78		
0,41 – 0,431	0,3 × 0,3	Renf.	/	/	/	/		/	/		
3)	0,46 – 0,51	0,4 × 0,4	Renf.	Renf.	/	/	/	/	/		
	0,5 – 0,565	0,4 × 0,4	Renf.	Renf.	/	/	/	/	/		
	0,69 – 0,77	0,5 × 0,5	/	Renf.			/	/	/		
	0,76 – 0,86	0,6 × 0,6	/	Renf.	Renf. ou Simp.	/	/	/	/		
3)	0,77 – 0,825	0,635 × 0,635	/	Renf.	Renf.	Renf. ou Simp.	/	/	/		
	0,84 – 0,91	0,635 × 0,635	/	Renf.	Renf.	Renf. ou Simp.	/	/	/		
	0,95 – 1,20	0,8 × 0,8	/	Renf.	Renf.	Renf. ou Simp.		/	/		
	1,35 – 1,78	1,0 × 1,0 0,8 × 1,4 0,8 × 1,6	/			Renf. ou Simp.	Renf. ou Simp.	Renf. ou Simp.	Renf. ou Simp.		
	1,6 – 1,86	1,2 × 1,2 1,2 × 1,4	/			Renf. ou Simp.	Renf. ou Simp.	Renf. ou Simp.	Renf. ou Simp.		
	2,3 – 2,9	0,8 × 2,4	/	/	/	/		Renf. ou Simp.	Renf. ou Simp.		
NOTE – Renf. = connexion enroulée renforcée. Simp. = connexion enroulée simple. / = connexion impossible ou interdite. Blanc = connexion possible, mais la combinaison de dimensions n'est ni recommandée ni d'usage répandu.											
1) Pour le diamètre maximal possible de l'isolant, voir 6.3.6. 2) Le diamètre approprié de la broche de l'outil d'enroulement doit être choisi par l'utilisateur. 3) Cette famille de diagonales se rapporte aux bornes chanfreinées, c'est-à-dire deux arêtes de la borne sont chanfreinées, les deux autres sont conformes à 4.3.7.											

IEC/NORM.COM - Click To View the full PDF of IEC 60352-1:1991

### 4.3 *Posts*

### 4.3.1 *Materials*

Copper alloys with Vickers hardness of 95 HV 5 to 220 HV 5 when tested in accordance with ISO 6507-1 shall be used. Suitable alloys are brass, phosphor bronze, nickel-silver. When the hardness of the post is to be measured and Vickers hardness cannot be used due to the size of the indent, another suitable method such as diamond pyramid hardness or Knoop hardness may be used.

NOTE – The hardness range 95 HV 5 to 120 HV 5 is mainly used for busbars incorporating wrap posts.

### 4.3.2 *Cross-section*

Table 1 lists 11 groups of post sizes and the relevant wire sizes for each.

**Table 1 – Post and wire sizes**

Post size			Wire size							
Diagonal group <sup>2)</sup> mm	Preferred (nominal) sizes mm	Nominal conductor diameter mm								
		0,16	0,26	0,32	0,4	0,5	0,65	0,8	1,0	
		Maximum insulation diameter <sup>1)</sup> mm								
0,41 – 0,431		0,3 × 0,3	Mod.	/	/	/	/	/	/	/
3)	0,46 – 0,51	0,4 × 0,4	Mod.	Mod.	/	/	/	/	/	/
	0,5 – 0,565	0,4 × 0,4	Mod.	Mod.	/	/	/	/	/	/
	0,69 – 0,77	0,5 × 0,5	/	Mod.			/	/	/	/
	0,76 – 0,86	0,6 × 0,6	/	Mod.	Mod.	Mod. or Con.	/	/	/	/
3)	0,77 – 0,825	0,635 × 0,635	/	Mod.	Mod.	Mod. or Con.	/	/	/	/
	0,84 – 0,91	0,635 × 0,635	/	Mod.	Mod.	Mod. or Con.	/	/	/	/
	0,95 – 1,20	0,8 × 0,8	/	Mod.	Mod.	Mod. or Con.		/	/	/
	1,35 – 1,78	1,0 × 1,0 0,8 × 1,4 0,8 × 1,6	/			Mod. or Con.	Mod. or Con.	Mod. or Con.	Mod. or Con.	/
	1,6 – 1,86	1,2 × 1,2 1,2 × 1,4	/			Mod. or Con.				
	2,3 – 2,9	0,8 × 2,4	/	/	/	/		Mod. or Con.	Mod. or Con.	/

#### 4.3.3 Tolérance sur les dimensions des bornes

Les dimensions de la borne doivent permettre de respecter les limites des diagonales indiquées dans le tableau 1. Dans les diagonales sont inclus les effets des rayons et bavures des arêtes. Les tolérances sur les dimensions de la borne doivent être conformes à celles qui sont indiquées par la spécification particulière applicable du composant.

NOTE – Comme les bornes sont en rapport avec le trou rond de la broche de l'outil d'enroulement, il est nécessaire que leurs diagonales soient comprises dans des limites acceptables. Plusieurs sections peuvent être comprises dans les limites des diagonales, mais la tolérance sur la diagonale est plus importante que la largeur et l'épaisseur, ou les tolérances sur ces deux dimensions.

#### 4.3.4 Longueur

La longueur de la borne doit être conforme à celle qui est indiquée dans la spécification particulière du composant.

NOTE – Il est souhaitable que la longueur d'enroulement réelle de la borne soit suffisante pour recevoir trois connexions enroulées (voir 6.3.5).

#### 4.3.5 Parallélisme

Toutes les bornes doivent avoir leurs arêtes parallèles à mieux que 0,05 mm par 10 mm sur la longueur d'enroulement réelle totale.

#### 4.3.6 Rectitude

Les bornes ne doivent être ni tordues ni courbes, ce qui gênerait leur libre pénétration dans la broche de l'outil d'enroulement.

#### 4.3.7 Rayons des arêtes

En tout point de la borne, au moins deux des arêtes doivent satisfaire aux exigences du tableau 2 après application du traitement de surface.

**Tableau 2 – Rayons des arêtes**

Diagonales mm	Rayons des arêtes (max.) mm
<0,6	0,025
0,6 – 1,3	0,05
>1,3	0,08

##### 4.3.7.1 Vérification des rayons des arêtes

Les rayons des arêtes doivent être vérifiés en comparant le profil agrandi de la borne étudiée à un gabarit optique représenté à la figure 4.

Une projection de la section de la borne étudiée doit être préparée avec un grossissement d'au minimum 50 fois.

Une épure transparente conforme à celle de la figure 4 doit être préparée comme gabarit optique. La valeur du rayon  $r$  doit être choisie conformément aux dimensions du tableau 2.

NOTE – Pour l'épure, le rayon  $r$  du tableau 2 est multiplié par le coefficient de grossissement du projecteur de profil.

#### 4.3.3 *Tolerance on post sizes*

The dimensions of the post shall be such that the limits of the diagonals given in table 1 are met. The diagonals include the effect of corner radii and burrs. The tolerance on post sizes shall comply with the relevant detail specification for the component.

NOTE – Because posts are accommodated by round holes in the wrapping bits, it is necessary that their diagonals be within acceptable limits. Several cross-sections may fall into a diagonal range, but the tolerance on the diagonal is more important than the width and the thickness, or the tolerances thereon.

#### 4.3.4 *Length*

The length of the post shall be as specified in the relevant detail specification.

NOTE – It is considered desirable for the effective wrapping length of the post to be capable of accommodating up to three wrapped connections (see 6.3.5).

#### 4.3.5 *Parallelism*

All posts shall have corners which are parallel within 0,05 mm per 10 mm over the entire effective wrapping length.

#### 4.3.6 *Straightness*

The posts shall be free from bends and bows which might restrict the free entry of the post into the hole of the wrapping bit.

#### 4.3.7 *Corner radii*

At any part of the post at least two of the corners shall meet the requirements of table 2 after application of the surface finish.

**Table 2 – Corner radii**

Diagonals mm	Corner radii (max.) mm
<0,6	0,025
0,6 – 1,3	0,05
>1,3	0,08

##### 4.3.7.1 *Corner radius verification*

The corner radii shall be verified by comparing a magnified shadowgraph of the post under test with an optical gauge as defined by figure 4.

A cross-section shadowgraph of the post under test shall be prepared using a minimum magnification of 50 times.

A glass master as defined by figure 4 shall be prepared as an optical gauge. The radius value  $r$  shall be chosen in accordance with the dimensions of table 2.

NOTE – For the glass master, the radius  $r$  of table 2 is multiplied by the magnification factor of the shadowgraph.

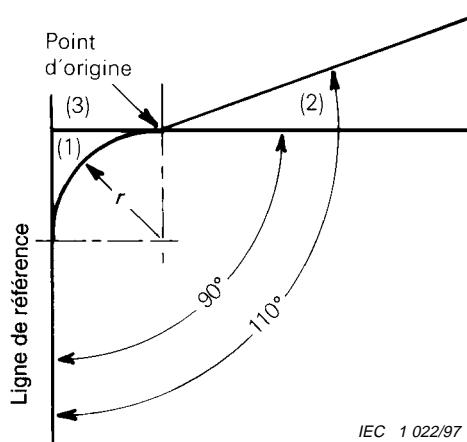
Le profil de la borne étudiée doit être placé sur le gabarit optique de sorte que le côté le plus plat de la projection soit situé sur la ligne de référence et que l'autre côté de l'arête à vérifier passe par le point d'origine.

Exigences:

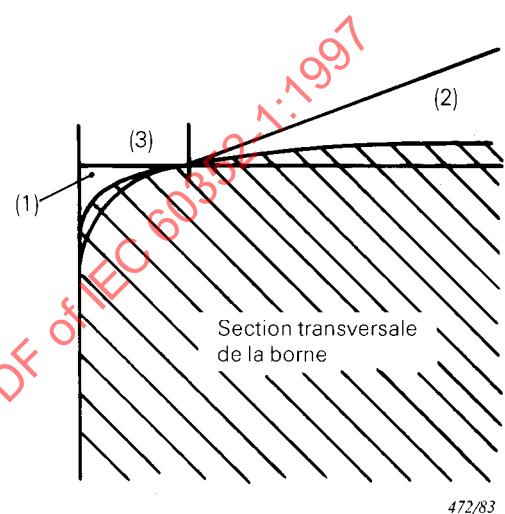
- a) le côté passant par le point d'origine doit être dans les limites de l'angle (2);
- b) l'arête doit être dans la zone (1) définie par le gabarit optique.

Si l'arête est située dans la zone (3), les conditions de 4.3.8 doivent également être remplies.

NOTE – Un exemple de rayon satisfaisant est donné à la figure 5.



**Figure 4 – Epure transparente**



**Figure 5 – Exemple de rayon satisfaisant**

#### 4.3.8 Bavures des arêtes

Les bavures ne doivent pas excéder les valeurs suivantes après application du traitement de surface (tableau 3).

**Tableau 3 – Bavures des arêtes**

Diagonales mm	Bavures des arêtes (max.) mm
<0,6	0,02
0,6 – 1,3	0,02
>1,3	0,05

#### 4.3.9 Formes des extrémités

L'extrémité de la borne doit être biseautée ou chanfreinée (voir figure 6) pour faciliter l'insertion de la broche de l'outil.

Si la borne est prévue pour être utilisée avec une machine de câblage automatique ou semi-automatique (outils fixes), les indications suivantes doivent être respectées pour les deux axes.

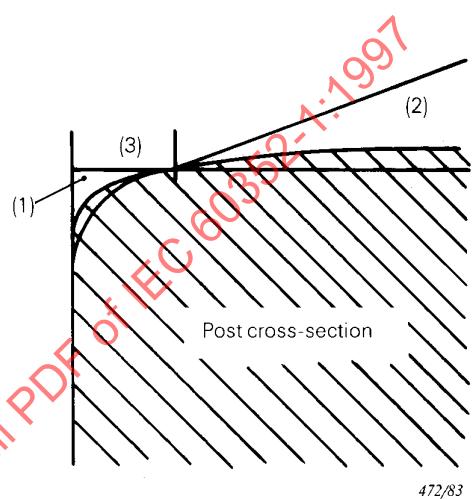
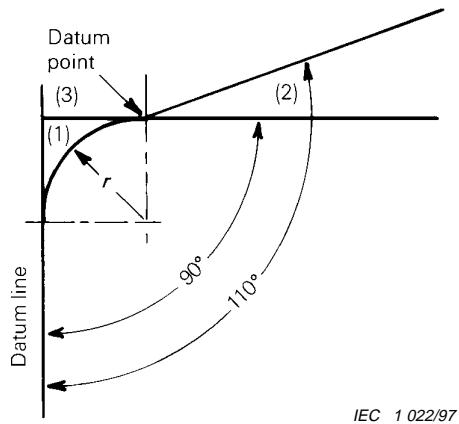
The shadowgraph of the post under test shall be placed upon the optical gauge so that the flattest side of the shadowgraph is located on the datum line and the other side of the corner to be tested passes through the datum point.

Requirements:

- a) the side passing through the datum point shall be within the angular limits (2);
- b) the corner shall be within the area (1) defined by the optical gauge.

If the corner is located in area (3), the conditions of 4.3.8 shall be fulfilled additionally.

NOTE – An example of a good radius is given in figure 5.



**Figure 4 – Glass master**

**Figure 5 – Example of a good radius**

#### 4.3.8 Corner burrs

Burrs shall not exceed the following values after application of the surface finish (table 3).

**Table 3 – Corner burrs**

Diagonals mm	Corner burrs (max.) mm
<0,6	0,02
0,6 – 1,3	0,02
>1,3	0,05

#### 4.3.9 Shape of tip

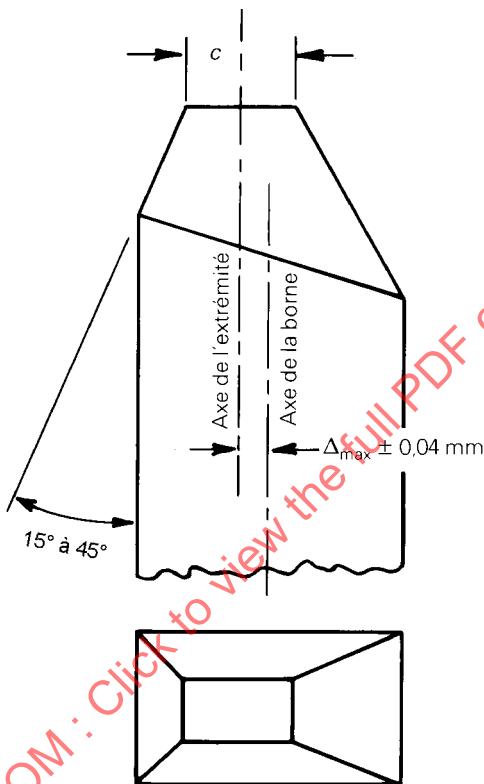
The tip of the post shall be tapered or bevelled (see figure 6) to facilitate insertion into the wrapping bit.

Where the post is intended to be used with automatic or semi-automatic wiring machines using fixed tools, the following dimensions (table 4) shall apply in both axes.

**Tableau 4 – Formes des extrémités**

Diagonales mm	c	
	max. mm	min. mm
<0,6	arrondie ou pointue	
0,6 – 1,3	0,25	0,05
>1,3	0,4	0,05

NOTE – Pour la longueur de l'extrémité, voir le tableau 13.

**Figure 6 – Forme de l'extrémité**

#### 4.3.10 Encastrement

Les bornes doivent être fixées solidement de façon à pouvoir supporter les forces et les couples susceptibles d'être rencontrés au cours de l'opération d'enroulement. La fixation de la borne doit supporter la force axiale indiquée dans le tableau 5, dans le sens de l'application de l'outil. L'encastrement de la borne doit supporter le couple indiqué dans le tableau 5.

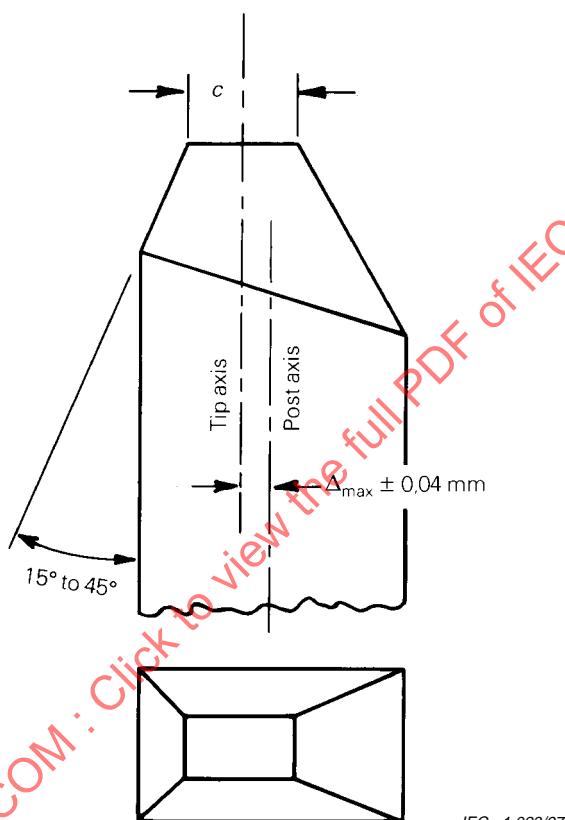
**Tableau 5 – Tenue de l'encastrement**

Diagonales mm	Forces axiales N	Couples Nm
<0,44	25	0,02
0,44 – 1,3	30	0,02
>1,3	40	0,06

**Table 4 – Shape of tip**

Diagonals mm	c	
	max. mm	min. mm
<0,6	rounded or pointed	
0,6 – 1,3	0,25	0,05
>1,3	0,4	0,05

NOTE – For the length of the tip, see table 13.

**Figure 6 – Shape of tip**

#### 4.3.10 *Mounting*

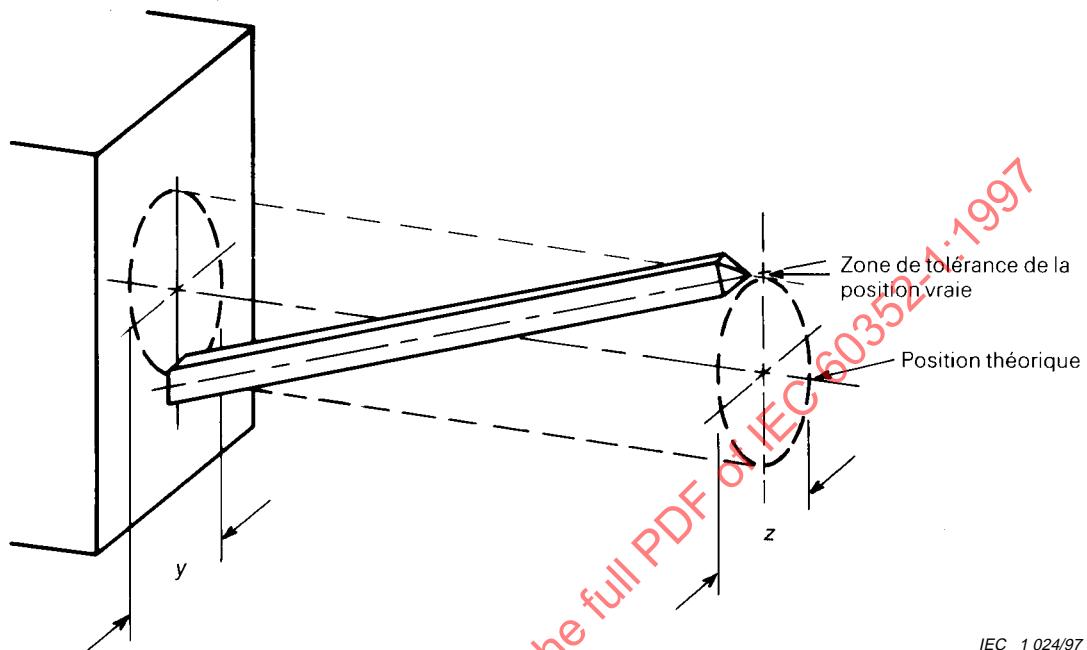
Posts shall be securely mounted so that they can withstand the force and torque likely to be encountered during the wrapping action. The mounting of the post shall withstand the axial force specified in table 5 in the direction in which the tool is applied. The mounting of the post shall withstand the torque specified in table 5.

**Table 5 – Mounting strength**

Diagonals mm	Axial force N	Torque Nm
<0,44	25	0,02
0,44 – 1,3	30	0,02
>1,3	40	0,06

Dans le cas d'utilisation sur machine de câblage automatique ou semi-automatique (outil fixe), on doit appliquer les conditions indiquées ci-dessous:

- la base de toutes les bornes montées sur un panneau doit être plane et dans un même plan avec une tolérance de 0,3 mm;
- les tolérances de l'encastrement du tableau 6 doivent être respectées.



IEC 1 024/97

**Figure 7 – Tolérance de la position vraie**

**Tableau 6 – Tolérances de l'encastrement**

Diagonales mm	Zone de tolérance de la position vraie	
	z mm	y <sup>1)</sup> mm
<0,6	≤0,5	
0,6 – 1,3	≤0,5	y = z
>1,3	≤0,8	

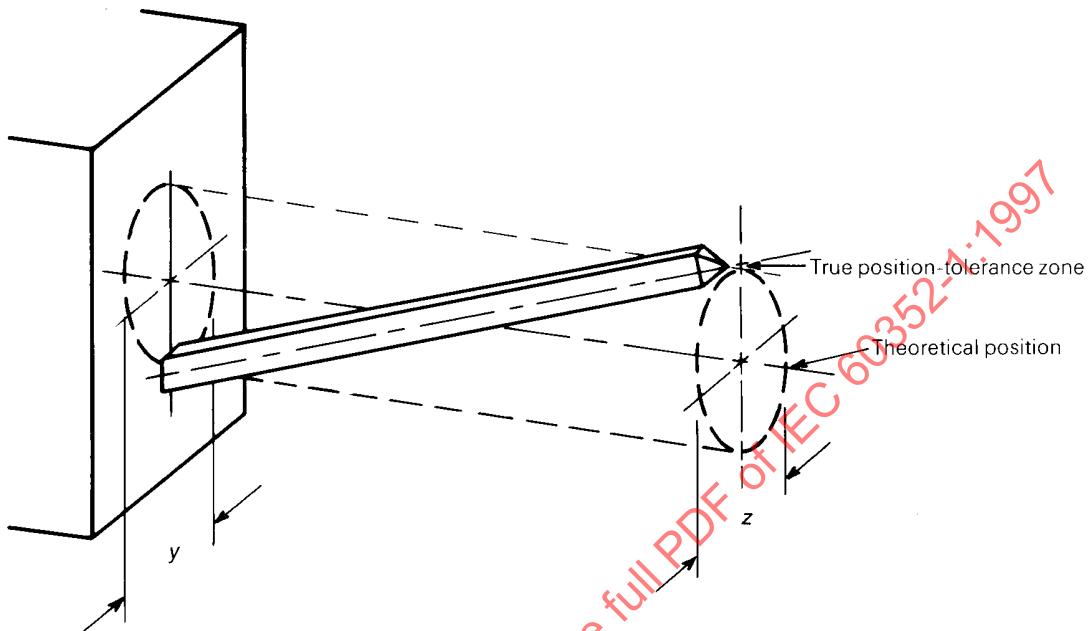
<sup>1)</sup> Il est possible que la tolérance de position soit réduite par la spécification particulière ou par d'autres applications, par exemple les connexions insérées à force (voir CEI 60352-5).

#### 4.4 Fils pour enroulement

Seuls les fils massifs monobrins conformes à la CEI 60979 doivent être utilisés comme fils d'enroulement; les conducteurs à plusieurs brins ne sont pas autorisés. Des connexions stables peuvent être obtenues avec une variété de matières et de diamètres de fils en utilisant les outils appropriés.

Where the post is intended to be used with automatic or semi-automatic wiring machines using fixed tools, the following conditions shall apply:

- the basis of all assembled posts within a panel shall be flat and straight within 0,3 mm;
- the mounting dimensions shown in table 6 shall be used.



IEC 1 024/97

**Figure 7 – True position tolerance zone**

**Table 6 – Mounting tolerances**

Diagonals mm	True position tolerance zone	
	z mm	y <sup>1)</sup> mm
<0,6	≤0,5	y = z
0,6 – 1,3	≤0,5	
>1,3	≤0,8	

<sup>1)</sup> The position tolerance might be restricted by the detail specification or in other applications, for example press-in terminations (see IEC 60352-5).

#### 4.4 Wrapping wires

Only single solid round wires in accordance with IEC 60979 shall be used as wrapping wires; stranded conductors are not permissible. Stable connections can be made with a range of wire materials and diameters and using appropriate tools.

#### 4.4.1 *Matières du conducteur*

Le conducteur doit être conforme au tableau 7.

**Tableau 7 – Matières du conducteur**

Diamètre nominal du conducteur mm	Matière	Allongement à la rupture %
≤0,4	Alliage de cuivre	≥7
≤0,5	Cuivre OFHC suivant ISO 1337	≥15
>0,5	Cuivre	≥20

Lorsque des connexions sont prévues pour fonctionner longtemps à des températures excédant 90 °C, le fil d'enroulement doit être d'une matière appropriée moins sujette que le cuivre au relâchement des contraintes à température élevée. Les caractéristiques d'allongement de ce type de fil peuvent être différentes de celles des fils de cuivre totalement recuits.

#### 4.4.2 *Finition du conducteur*

Les conducteurs doivent être bruts ou revêtus d'étain, d'alliage d'étain ou d'argent. La surface du conducteur doit être exempte de contamination et de corrosion.

#### 4.4.3 *Diamètre*

Le diamètre nominal du conducteur doit être compris entre 0,16 mm et 1,0 mm. En ce qui concerne le rapport entre le diamètre du conducteur et les dimensions des bornes, voir le tableau 1.

#### 4.4.4 *Isolant*

Il doit être possible de dénuder facilement l'isolant du conducteur, sans altérer les caractéristiques physiques du fil. Pour une connexion enroulée renforcée, l'épaisseur de l'isolant doit être suffisante (généralement supérieure à 40 % du diamètre du conducteur).

Le fabricant qui effectue des connexions enroulées doit établir la compatibilité entre le diamètre extérieur du fil et la broche de l'outil destinée à enrouler les connexions enroulées renforcées.

### 4.5 *Connexions enroulées*

#### 4.5.1 *Généralités*

- a) La combinaison outil, borne et fil doit être compatible.
- b) Les spires de fil doivent être enroulées de façon jointive, mais ne doivent pas se chevaucher. L'espacement autorisé entre deux spires adjacentes ne doit pas dépasser la moitié du diamètre nominal du conducteur. La somme de tous les espacements, excepté la première et la dernière spire, ne doit pas excéder le diamètre du conducteur (voir figure 15, figure 16 et tableau 13).
- c) Une connexion une fois effectuée ne doit pas être retouchée, et aucune tentative de rectification des extrémités ou de «resserrage» de la connexion avec des pinces etc. ne doit être entreprise. Le cas échéant, l'extrémité peut être refermée, mais uniquement au moyen de l'outil enrouleur.

#### 4.4.1 Conductor materials

The conductor shall be as specified in table 7.

**Table 7 – Conductor materials**

Nominal conductor diameter mm	Material	Elongation at break %
≤0,4	Copper alloy	≥7
≤0,5	Oxygen free copper (Cu – OF) according to ISO 1337	≥15
>0,5	Copper	≥20

When connections are to operate for long periods at temperatures exceeding 90 °C, the wrapping wire shall be of a suitable material less susceptible than copper to stress relaxation at elevated temperatures. The elongation characteristics of such wires may be different from those of fully annealed copper wires.

#### 4.4.2 Conductor finish

The conductor finish shall be silver, tin, tin alloy or unplated. Its surface shall be free of contamination and corrosion.

#### 4.4.3 Diameter

The diameter of the conductor shall be within the range of 0,16 mm to 1,0 mm nominal. For the relation between conductor diameter and post sizes, see table 1.

#### 4.4.4 Insulation

The insulation shall be capable of being readily stripped from the conductor without changing the physical characteristic of the wire. For a modified wrapped connection, the insulation shall have sufficient wall thickness (generally in excess of 40 % of the conductor diameter).

The producer of the wrapped connections shall establish the compatibility between the outside diameter of the wire and the wrapping bit designed for wrapping modified wrapped connections.

### 4.5 Wrapped connections

#### 4.5.1 General

- a) The combination of tool, post and wire shall be compatible.
- b) The wire turns shall be closely wound and shall not overlap one another. A possible gap between adjacent turns shall be not more than one-half the nominal diameter of the conductor. The sum of all gaps except those of the first and last turns shall not exceed one diameter of the conductor (see figure 15, figure 16 and table 13).
- c) A connection once made shall not be disturbed, and there shall be no attempt to tidy up the ends, or "tighten" the connection with pliers, etc. If necessary, the end tail may be closed in, but only using the wrapping tool.

- d) La connexion enroulée doit être située entièrement sur la longueur réelle d'enroulement.
- e) Des connexions adjacentes effectuées sur une même borne, enroulées dans le même sens, peuvent se toucher, mais il ne doit pas y avoir recouvrement entre des connexions adjacentes (voir figure 15, figure 16 et tableau 13).

NOTE – Il apparaît souhaitable que la longueur d'enroulement réelle soit suffisante pour permettre jusqu'à trois connexions enroulées.

#### 4.5.2 Connexion enroulée simple

Pour les connexions enroulées simples, le nombre minimal de spires doit être comme spécifié dans le tableau 8. L'isolant doit arriver aussi près que possible de la borne pour éviter les courts-circuits avec les connexions enroulées ou conducteurs adjacents.

#### 4.5.3 Connexion enroulée renforcée

Il est toujours nécessaire d'utiliser des connexions enroulées renforcées pour des conducteurs de diamètre nominal inférieur ou égal à 0,32 mm (voir tableau 1).

Le nombre minimal de tours de fil dénudé doit être comme spécifié dans le tableau 8. La partie du fil enroulée avec l'isolant doit envelopper au moins trois arêtes de la borne.

**Tableau 8 – Nombre minimal de tours de fil dénudé**

Diamètre nominal du conducteur (voir tableau 1) mm	Nombre minimal de tours de fil dénudé	
	Cuivre recuit	Alliage de cuivre ou équivalent
0,16	8	8
0,26	7	5
0,32	7	5
0,4	6	5
0,5	5	4
0,65	4	4
0,8	4	4
1,0	4	3

#### 4.5.4 Réenroulement des connexions

Pour enlever une connexion enroulée, le fil enroulé doit être déroulé avec précaution, à l'aide de l'outil approprié, et non arraché, pour préserver les arêtes de la borne pour la nouvelle connexion enroulée.

NOTE – Un exemple d'outil approprié est représenté à la figure 14.

Le réenroulement de cette portion de conducteur qui a été précédemment enroulée sur une borne puis déroulée n'est pas autorisé. Il est, cependant, permis d'enrouler une nouvelle connexion sur une borne où une connexion avait été précédemment enroulée, à condition que la borne et la connexion soient capables de satisfaire aux exigences spécifiées dans cette norme.

NOTE – Les bornes dont la diagonale est inférieure ou égale à 1,3 mm peuvent être câblées à nouveau au moins cinq fois et les bornes dont la diagonale est supérieure à 1,3 mm peuvent l'être au moins dix fois.

- d) The wrapped connection shall be entirely on the effective wrapping length.
- e) Adjacent connections made on the same post, wrapped in the same direction, may touch each other but there shall be no overlapping between adjacent connections (see figure 15, figure 16 and table 13).

NOTE – It is considered desirable for the effective wrapping length to be capable of accommodating up to three wrapped connections.

#### 4.5.2 *Conventional wrapped connection*

For conventional wrapped connections, the minimum number of turns shall be as specified in table 8. The insulation shall start as close as possible to the post to avoid short circuits to adjacent wrapped connections or conductors.

#### 4.5.3 *Modified wrapped connection*

Modified wrapped connections shall always be used for conductor nominal diameters of 0,32 mm or less (see table 1).

The minimum number of turns of stripped wires shall be as specified in table 8. The part of the wrapped wire with insulation shall envelop at least three corners of the post.

**Table 8 – Minimum number of turns of stripped wires**

Nominal conductor diameter (see table 1) mm	Minimum number of turns of stripped wires	
	Annealed copper	Copper alloy or equivalents
0,16	8	8
0,26	7	5
0,32	7	5
0,4	6	5
0,5	5	4
0,65	4	4
0,8	4	4
1,0	4	3

#### 4.5.4 *Rewrapping of connections*

To disconnect a wrapped connection, the wrapped wire shall be carefully uncoiled by a suitable tool and not stripped off, to preserve the corners of the post for a new wrapped connection.

NOTE – An example of a suitable tool is shown in figure 14.

The rewrapping of that portion of a conductor which has been previously wrapped on a post, then unwrapped, is not permissible. However, it is permissible to wrap a new connection on a post on which a connection has been previously wrapped, provided that the post and the connection are capable of meeting the requirements specified herein.

NOTE – Posts with a diagonal up to and including 1,3 mm may be rewired at least five times and posts with a diagonal above 1,3 mm may be rewired at least ten times.

#### 4.5.5 *Combinations de connexions soudées et de connexions enroulées*

Il convient que des connexions soudées et des connexions enroulées sans soudure sur une même borne soient évitées mais, s'il ne peut en être autrement, ces connexions doivent être aussi éloignées que possible l'une de l'autre et la soudure ne doit pas s'étendre sur la connexion enroulée.

Des précautions doivent être prises pour éviter d'endommager les connexions enroulées adjacentes au cours de l'opération de soudure.

NOTE – Il peut être souhaitable de souder toutes les connexions adjacentes sur une même borne si une connexion soudée est effectuée.

### 5 *Essais*

#### 5.1 *Généralités sur les essais*

##### 5.1.1 *Généralités*

Comme expliqué dans l'introduction, deux programmes d'essai s'appliquent dans les conditions suivantes:

- les connexions enroulées conformes à toutes les exigences de l'article 4 doivent être essayées conformément au programme d'essai de base et répondre à ses exigences (voir 5.3.2);
- les connexions enroulées conformes à toutes les exigences de l'article 4, sauf en ce qui concerne les dimensions ou la matière du fil d'enroulement ou de la borne, doivent être essayées conformément au programme d'essai complet et répondre à ses exigences (voir 5.3.3).

##### 5.1.2 *Conditions normales d'essai*

Sauf indication contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions normales d'essai définies dans la CEI 60512-1.

La température ambiante et l'humidité relative auxquelles les mesures sont effectuées doivent être mentionnées dans le rapport d'essai.

En cas de désaccord sur les résultats d'essai, l'essai doit être répété suivant l'une des conditions d'arbitrage indiquées dans la CEI 60068-1.

##### 5.1.3 *Préconditionnement*

Lorsque cela est spécifié, les connexions doivent être préconditionnées dans les conditions normales d'essai durant 24 h, suivant la CEI 60512-1.

##### 5.1.4 *Reprise*

Lorsque cela est spécifié, les spécimens doivent être soumis, pour la reprise, aux conditions normales d'essai durant 1 h à 2 h après l'épreuve.

##### 5.1.5 *Montage des spécimens*

Lorsqu'un montage est requis dans un essai, les spécimens doivent être montés en utilisant une méthode normale de montage, sauf spécification contraire.

#### 5.2 *Essais de type*

##### 5.2.1 *Examen général*

Les essais doivent être effectués conformément à l'essai 1a: Examen visuel, et à l'essai 1b: Examen de dimension et de masse, de la CEI 60512-2. L'examen visuel peut être effectué avec un grossissement d'environ cinq fois.

Toutes les connexions enroulées doivent être examinées pour s'assurer qu'elles sont conformes aux exigences applicables des paragraphes 4.3 à 4.5.

#### 4.5.5 Combinations of soldered connections and wrapped connections

Soldered and solderless wrapped connections on a common post should be avoided, but, where unavoidable, they shall be as far apart from each other as possible and solder shall not spread onto the wrapped connection.

Precautions shall be taken to avoid damage to adjacent wrapped connections during the soldering process.

NOTE – It is advisable to solder all adjacent connections on a common post if one soldered connection is made.

### 5 Tests

#### 5.1 Testing

##### 5.1.1 General

As explained in the introduction, there are two test schedules which are applied according to the following conditions:

- wrapped connections which conform to all the requirements of clause 4 shall be tested in accordance with and meet the requirements of the basic test schedule, see 5.3.2;
- wrapped connections which conform to all the requirements of clause 4 except for the size or material of the wrapping wire or the post shall be tested in accordance with and meet the requirements of the full test schedule, see 5.3.3.

##### 5.1.2 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under standard conditions for testing as specified in IEC 60512-1.

The ambient temperature and the relative humidity at which the measurements are made shall be stated in the test report.

In case of dispute about test results, the test shall be repeated at one of the referee conditions of IEC 60068-1.

##### 5.1.3 Preconditioning

Where specified, the connections shall be preconditioned under standard conditions for testing for a period of 24 h, in accordance with IEC 60512-1.

##### 5.1.4 Recovery

Where specified, the specimens shall be allowed to recover under standard conditions for testing for a period of 1 h to 2 h, after conditioning.

##### 5.1.5 Mounting of specimens

When mounting is required in a test, the specimens shall be mounted using the normal mounting method, unless otherwise specified.

#### 5.2 Type tests

##### 5.2.1 General examination

The tests shall be carried out in accordance with test 1a: Visual examination, and test 1b: Examination of dimension and mass, of IEC 60512-2. The visual examination test may be carried out with magnification up to approximately five times.

All wrapped connections shall be examined to ensure that the applicable requirements of 4.3 to 4.5 have been met.

## 5.2.2 *Essais mécaniques*

### 5.2.2.1 *Force d'arrachement*

NOTE – Cet essai est un essai destructif et est effectué sur des bornes enroulées enlevées du composant.

L'essai de force d'arrachement doit être effectué conformément à l'essai 16k: Force d'arrachement, de la CEI 60512-8. Le nombre de spires de la connexion enroulée doit être celui qui est spécifié comme «nombre minimal de spires» dans le tableau 8. La force finale requise pour déplacer la connexion ne doit pas être inférieure à celle qui est spécifiée dans le tableau 9.

**Tableau 9 – Force d'arrachement**

Diamètre nominal du conducteur (voir tableau 1) mm	Force d'arrachement minimale N
0,16	7
0,26	13
0,32	17
0,4	22
0,5	28
0,65	35
0,8	45
1,0	53

### 5.2.2.2 *Déroulement*

L'essai de déroulement doit être effectué conformément à l'essai 16m: Déroulement, de la CEI 60512-8, sur des bornes enroulées enlevées du composant.

Il doit être possible de dérouler la connexion et de redresser le fil sans le casser.

NOTE – D'autres méthodes de déroulement peuvent être utilisées. En cas de désaccord sur les résultats d'essais, il convient d'utiliser la méthode décrite dans l'essai 16m comme méthode d'arbitrage.

### 5.2.2.3 *Vibration libre de la borne*

La connexion enroulée doit être placée à la base d'une borne montée de façon rigide.

La borne doit être déplacée de 0,3 mm par 10 mm de longueur, perpendiculairement à la face la plus large et en relâchant la borne immédiatement; celle-ci entrera ainsi en vibration.

La variation de la résistance de contact doit être mesurée suivant l'essai 2c: Variation de la résistance de contact, de la CEI 60512-2.

La résistance de contact doit être contrôlée pendant la vibration libre de la borne. La variation maximale de résistance doit être mesurée et ne doit pas excéder 0,5 mΩ.

## 5.2.2 Mechanical tests

### 5.2.2.1 Stripping force

NOTE – This test is a destructive test, and is carried out on wrapped posts cut off from the component.

The stripping force test shall be carried out in accordance with test 16k: Stripping force, of IEC 60512-8. The number of turns of the wrapped connection shall be the number specified as "minimum number of turns" in table 8. The ultimate load required to displace the connection shall be not less than that specified in table 9.

**Table 9 – Stripping force**

Nominal conductor diameter (see table 1) mm	Minimum stripping force N
0,16	7
0,26	13
0,32	17
0,4	22
0,5	28
0,65	35
0,8	45
1,0	53

### 5.2.2.2 Unwrapping

The unwrapping test shall be carried out in accordance with test 16m: Unwrapping, of IEC 60512-8, on wrapped posts cut off from the component.

The connection shall be capable of being unwrapped and the wire straightened without breaking.

NOTE – Alternative unwrapping methods may be used. In case of dispute about test results, the test method as detailed in test 16m should be used as referee method.

### 5.2.2.3 Free vibration of the post

The wrapped connection shall be placed at the base of a rigidly mounted post.

The post shall be displaced 0,3 mm per 10 mm of length, perpendicular to the widest face and immediately released, thereby producing vibrations.

The variation of contact resistance shall be measured in accordance with test 2c: Contact resistance variation, of IEC 60512-2.

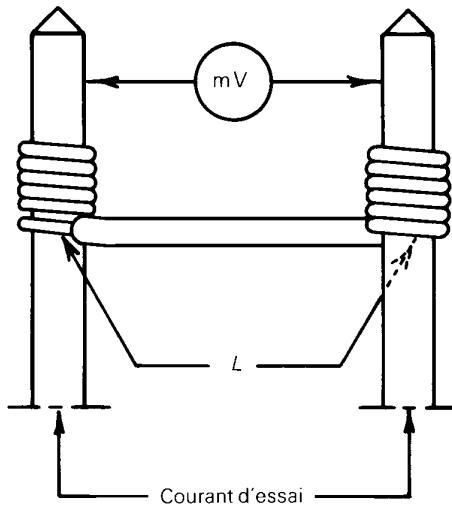
The contact resistance shall be monitored during the free vibration of the post. The maximum variation in resistance shall be determined and shall not exceed 0,5 mΩ.

### 5.2.3 Essais électriques

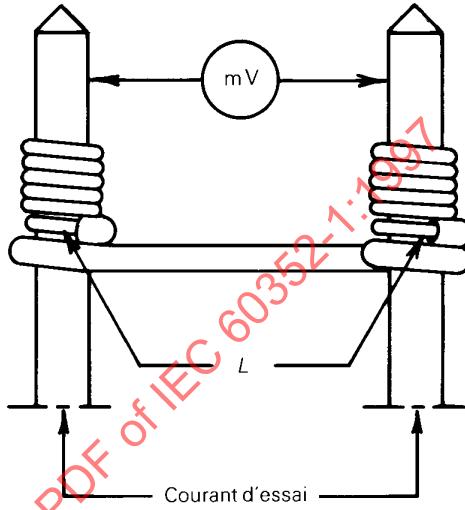
#### 5.2.3.1 Résistance de contact

L'essai de résistance de contact doit être effectué en utilisant l'essai 2a: Résistance de contact – Méthode au niveau des millivolts, ou l'essai 2b: Résistance de contact – Méthode du courant d'essai spécifié, de la CEI 60512-2, suivant les indications de la spécification applicable.

Selon le cas, l'une des dispositions d'essai de la figure 8 doit être utilisée.



IEC 1 025/97



IEC 1 026/97

**Figure 8a – Connexions enroulées simples**

**Figure 8b – Connexions enroulées renforcées**

**Figure 8 – Résistance de contact**

Les conditions de mesure et les exigences sont indiquées dans le tableau 10.

**Tableau 10 – Résistance de contact**

Diamètre nominal du conducteur (voir tableau 1) mm	$L \pm 1$ mm	Pour l'essai 2b		Pour les essais 2a et 2b	
		Courant d'essai spécifié A	Résistance de contact initiale maximale mΩ	Variation maximale de résistance après conditionnement climatique, dynamique ou électrique des deux connexions enroulées en série mΩ	
0,16	30	0,5	50	5	
0,26	30	1,0	18	1,6	
0,32	30	1,5	10	1,2	
0,4	30	2,2	7	1,2	
0,5	50	3,3	7	1,0	
0,65	50	5,0	6	1,0	
0,8	50	6,5	3	1,0	
1,0	50	7,5	3	1,0	

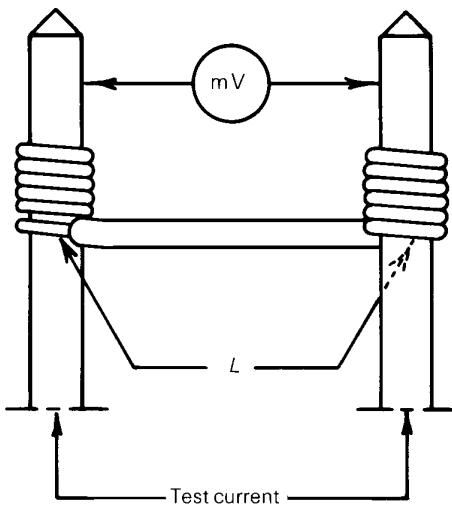
NOTE – La résistance de contact donnée dans ce tableau comprend la résistance des deux connexions enroulées et la résistance de la longueur  $L$  du fil isolé indiquée dans le tableau. Si la longueur doit être augmentée pour des raisons de câblage, il convient de prendre dûment en compte l'augmentation correspondante de la résistance.

### 5.2.3 Electrical tests

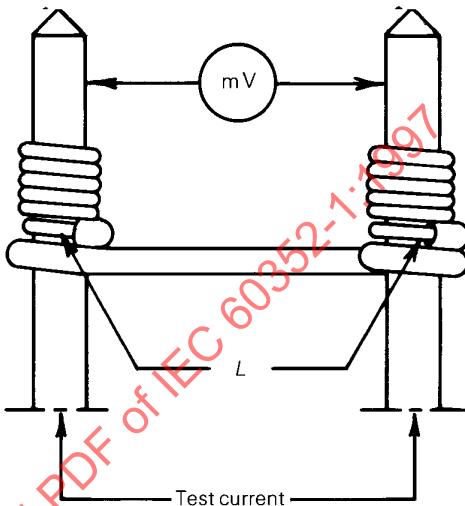
#### 5.2.3.1 Contact resistance

The contact resistance test shall be carried out using test 2a: Contact resistance, millivolt level method, otherwise test 2b: Contact resistance, specified test current method, of IEC 60512-2, as specified in the relevant specification.

One of the test arrangements shown in figure 8 shall be used, as applicable.



IEC 1 025/97



IEC 1 026/97

**Figure 8a – Conventional wrapped connections**

**Figure 8b – Modified wrapped connections**

**Figure 8 – Contact resistance**

Measuring conditions and requirements are given in table 10.

**Table 10 – Contact resistance**

Nominal conductor diameter (see table 1) mm	$L$ $\pm 1$ mm	For test 2b		For tests 2a and 2b	
		Specified test current A	Maximum initial contact resistance mΩ	Maximum change in resistance after climatic, dynamic or electrical conditioning for two wrapped connections in series mΩ	
0,16	30	0,5	50	5	
0,26	30	1,0	18	1,6	
0,32	30	1,5	10	1,2	
0,4	30	2,2	7	1,2	
0,5	50	3,3	7	1,0	
0,65	50	5,0	6	1,0	
0,8	50	6,5	3	1,0	
1,0	50	7,5	3	1,0	

NOTE – The contact resistance given in this table includes the resistance of two wrapped connections and the resistance of the length  $L$  of the insulated wire as given in the table. If the length  $L$  has to be increased for wiring purposes, the corresponding increase in resistance should be duly taken into account.

### 5.2.3.2 Surcharge électrique

Les connexions enroulées doivent être chargées à 1,5 fois le courant d'essai défini dans le tableau 10 pour le diamètre du conducteur considéré, pendant 1 h, puis à quatre fois le courant d'essai défini dans le tableau 10, pendant 1 min.

### 5.2.4 Essais climatiques

#### 5.2.4.1 Variations rapides de température

L'essai doit être effectué conformément à l'essai 11d: Variations rapides de température, de la CEI 60512-6. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, les détails suivants sont applicables:

Basse température:	$T_A$	-55 °C (TBC)
Haute température:	$T_B$	+125 °C (THC)
Durée de l'exposition:	$t_1$	15 min
Nombre de cycles:		5

#### 5.2.4.2 Etanchéité aux gaz

Les connexions enroulées doivent être soumises à l'essai 11n: Etanchéité aux gaz, de la CEI 60512-6.

#### 5.2.4.3 Relâchement des contraintes de fretage

Les connexions enroulées doivent être soumises à une combinaison température/durée qui engendre un relâchement des contraintes de 50 %. Pour déterminer la combinaison appropriée, se reporter à la figure 18.

Pour les connexions enroulées simples, à base de fil de cuivre totalement recuit et étamé, une température de +125 °C est préférée.

Pour les connexions enroulées renforcées, la température applicable dépend de l'isolant utilisé. Cette température doit être indiquée dans la spécification particulière.

## 5.3 Programmes d'essais

### 5.3.1 Généralités

Avant les essais, les spécimens qui subissent les essais indiqués en 5.3.2 et 5.3.3 doivent être câblés. Ces spécimens sont:

- des spécimens de type double consistant en deux connexions enroulées sur deux bornes et reliées comme le montre la figure 8. Les spécimens doubles sont nécessaires pour mesurer la résistance de contact suivant 5.2.3.1;
- des spécimens de type unitaire consistant en une connexion enroulée sur une borne; les échantillons de type unitaire sont utilisés pour effectuer les essais de force d'arrachement et de déroulement.

Avant de préparer les spécimens, on doit vérifier que:

- les bornes et les fils sont corrects;
- l'outil et la broche d'enroulement sont corrects;
- l'outil fonctionne correctement;
- l'opérateur est capable de faire des connexions conformes à 4.5.

### 5.2.3.2 *Electrical overload*

The wrapped connections shall be loaded with 1,5 times the test current specified for the relevant conductor diameter in table 10, for 1 h, and then with four times the test current specified in table 10, for 1 min.

### 5.2.4 *Climatic tests*

#### 5.2.4.1 *Rapid change of temperature*

The test shall be carried out in accordance with test 11d: Rapid change of temperature, of IEC 60512-6.

Unless otherwise specified, the following details shall apply:

Low temperature:  $T_A$  –55 °C (LCT)  
High temperature:  $T_B$  +125 °C (UCT)  
Duration of exposure:  $t_1$  15 min  
Number of cycles: 5

#### 5.2.4.2 *Gas tightness*

The wrapped connections shall be subjected to test 11n: Gas tightness, of IEC 60512-6.

#### 5.2.4.3 *Hoop stress relaxation*

The wrapped connections shall be subjected to a temperature/time combination that leads to 50 % hoop stress relaxation. For the determination of an appropriate combination, figure 18 shall be used.

For conventional wrapped connections made with tinned fully annealed copper wire, a temperature of +125 °C is preferred.

For modified wrapped connections, the applicable temperature depends on the type of insulation used. It shall be specified in the relevant specification.

## 5.3 *Test schedules*

### 5.3.1 *General*

Prior to testing, specimens as specified in 5.3.2 and 5.3.3, shall be prepared. The specimens are:

- a) double-type specimens, consisting of two connections wrapped on two posts and interconnected as detailed in figure 8. The double-type specimens are necessary for measuring the contact resistance in accordance with 5.2.3.1;
- b) single-type specimens, consisting of one connection wrapped on one post; the single-type specimens are used for carrying out the stripping force and the unwrapping tests.

Before the specimens are prepared, it shall be verified that:

- correct posts and wires are used;
- correct tool and wrapping bit are used;
- the tool works correctly;
- the operator is able to produce connections which comply with 4.5.

**Tableau 11 – Nombre de spécimens requis**

Programme d'essais	Paragraphe	Nombre requis dans tous les cas, lorsque les connexions enroulées sont essayées	
		Spécimens de type unitaire	Spécimens de type double
Programme d'essais de base 5.3.2	5.3.2.1 5.3.2.2	50	–
Programme d'essais complet 5.3.3	5.3.3.1 5.3.3.2 5.3.3.3	50	125

### 5.3.2 *Programme d'essais de base*

Quand le programme d'essais de base est applicable (voir 5.1.1), le nombre de spécimens indiqué dans le tableau 11 doit être préparé et soumis à l'examen initial suivant 5.3.2.1.

#### 5.3.2.1 *Examen initial*

Après préparation des connexions enroulées, tous les spécimens doivent être soumis à l'essai 1a: Examen visuel, de la CEI 60512-2, pour s'assurer que les exigences applicables de 4.5 sont respectées.

#### 5.3.2.2 *Essai des spécimens de type unitaire*

Après l'examen initial, 25 spécimens de type unitaire doivent être soumis à la phase d'essai P1 et les 25 autres spécimens à la phase P2.

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigences
	Titre	Paragraphe	Titre	N° essai CEI 60512	
P1	Force d'arrachement	5.2.2.1		16k	5.2.2.1
P2	Déroulement	5.2.2.2		16m	5.2.2.2

### 5.3.3 *Programme d'essais complet*

Quand le programme d'essais complet est nécessaire (voir 5.1.1) le nombre de spécimens indiqué dans le tableau 11 doit être préparé et soumis à l'examen initial suivant 5.3.3.1.

#### 5.3.3.1 *Examen initial*

Après préparation des connexions enroulées, tous les spécimens doivent être soumis à l'essai 1a: Examen visuel, de la CEI 60512-2, pour s'assurer que les exigences applicables de 4.5 sont respectées.

#### 5.3.3.2 *Essai des spécimens de type unitaire*

Après l'examen initial, 30 spécimens de type unitaire doivent être soumis à la phase d'essai SP1 et les 20 autres spécimens à la phase SP2.

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigences
	Titre	Paragraphe	Titre	N° essai CEI 60512	
SP1	Force d'arrachement	5.2.2.1		16k	5.2.2.1
SP2	Déroulement	5.2.2.2		16m	5.2.2.2

**Table 11 – Number of specimens required**

Test schedule	Subclause	Number required in all cases, when wrapped connections are tested	
		Single-type specimens	Double-type specimens
Basic test schedule 5.3.2	5.3.2.1 5.3.2.2	50	–
Full test schedule 5.3.3	5.3.3.1 5.3.3.2 5.3.3.3	50	125

### 5.3.2 Basic test schedule

Where the basic test schedule is applicable (see 5.1.1), the number of specimens specified in table 11 shall be prepared and subjected to the initial examination according to 5.3.2.1.

#### 5.3.2.1 Initial examination

After preparing the wrapped connections, all specimens shall be subjected to test 1a: Visual examination, of IEC 60512-2, to ensure that the applicable requirements of 4.5 have been met.

#### 5.3.2.2 Testing of single-type specimens

After the initial examination, 25 single-type specimens shall be subjected to test phase P1 and the other 25 specimens to test phase P2.

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirements
	Title	Subclause	Title	Test No. of IEC 60512	Subclause
P1	Stripping force	5.2.2.1		16k	5.2.2.1
P2	Unwrapping	5.2.2.2		16m	5.2.2.2

### 5.3.3 Full test schedule

Where the full test schedule is necessary (see 5.1.1), the number of specimens specified in table 11 shall be prepared and subjected to the initial examination according to 5.3.3.1.

#### 5.3.3.1 Initial examination

After preparing the wrapped connections, all specimens shall be subjected to test 1a: Visual examination, of IEC 60512-2, to ensure that the applicable requirements of 4.5 have been met.

#### 5.3.3.2 Testing of single-type specimens

After the initial examination, 30 single-type specimens shall be subjected to test phase SP1 and the other 20 single-type specimens to test phase SP2.

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirements
	Title	Subclause	Title	Test No. of IEC 60512	Subclause
SP1	Stripping force	5.2.2.1		16k	5.2.2.1
SP2	Unwrapping	5.2.2.2		16m	5.2.2.2

### 5.3.3.3 *Essai des spécimens de type double*

Après l'examen initial, les 125 spécimens de type double sont soumis aux essais suivants.

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigences
	Titre	Paragraphe	Titre	N° essai CEI 60512	
DP1			Résistance de contact	2a ou 2b	5.2.3.1
DP2	Relâchement des contraintes de fretage	5.2.4.3			
DP3			Résistance de contact	2a ou 2b	5.2.3.1

Les spécimens doivent être alors divisés en trois groupes de A à C. Tous les spécimens de chaque groupe doivent être soumis à tous les essais spécifiés pour chaque groupe.

#### 5.3.3.3.1 *Essai du groupe A*

25 spécimens de type double doivent être essayés.

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigences
	Titre	Paragraphe	Titre	N° essai CEI 60512	
AP1	Etanchéité aux gaz	5.2.4.2	Examen visuel	1a	5.2.1

#### 5.3.3.3.2 *Essai du groupe B*

50 spécimens de type double doivent être essayés.

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigences
	Titre	Paragraphe	Titre	N° essai CEI 60512	
BP1	Vibration libre de la borne	5.2.2.3	Variation de la résistance de contact	2c	
BP2			Résistance de contact	2a ou 2b	5.2.3.1
BP3	Surcharge électrique	5.2.3.2			
BP4			Résistance de contact	2a ou 2b	5.2.3.1

#### 5.3.3.3.3 *Essai du groupe C*

50 spécimens de type double doivent être essayés.

Phase d'essai	Essai		Mesure à effectuer		Exigences
	Titre	Paragraphe	Titre	N° essai CEI 60512	
CP1	Variations rapides de température	5.2.4.1			
CP2			Résistance de contact	2a ou 2b	5.2.3.1

### 5.3.3.3 Testing of double-type specimens

After the initial examination, the 125 double-type specimens shall be subjected to the following tests.

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirements
	Title	Subclause	Title	Test No. of IEC 60512	Subclause
DP1			Contact resistance	2a or 2b	5.2.3.1
DP2	Hoop stress relaxation	5.2.4.3			
DP3			Contact resistance	2a or 2b	5.2.3.1

The specimens shall then be divided into three groups, A to C. All specimens of each group shall undergo all the tests specified for each group.

#### 5.3.3.3.1 Test group A

25 double-type specimens shall be tested.

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirements
	Title	Subclause	Title	Test No. of IEC 60512	Subclause
AP1	Gas tightness	5.2.4.2	Visual examination	1a	5.2.1

#### 5.3.3.3.2 Test group B

50 double-type specimens shall be tested.

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirements
	Title	Subclause	Title	Test No. of IEC 60512	Subclause
BP1	Free vibration of the post	5.2.2.3	Contact resistance variation	2c	
BP2			Contact resistance	2a or 2b	5.2.3.1
BP3	Electrical overload	5.2.3.2			
BP4			Contact resistance	2a or 2b	5.2.3.1

#### 5.3.3.3.3 Test group C

50 double-type specimens shall be tested.

Test phase	Test		Measurement to be performed		Requirements
	Title	Subclause	Title	Test No. of IEC 60512	Subclause
CP1	Rapid change of temperature	5.2.4.1			
CP2			Contact resistance	2a or 2b	5.2.3.1

#### 5.3.4 Tableaux synoptiques

Pour une orientation rapide, les programmes d'essais détaillés en 5.3.2 et 5.3.3 sont répétés sous forme de tableaux synoptiques sur les figures 9 et 10.

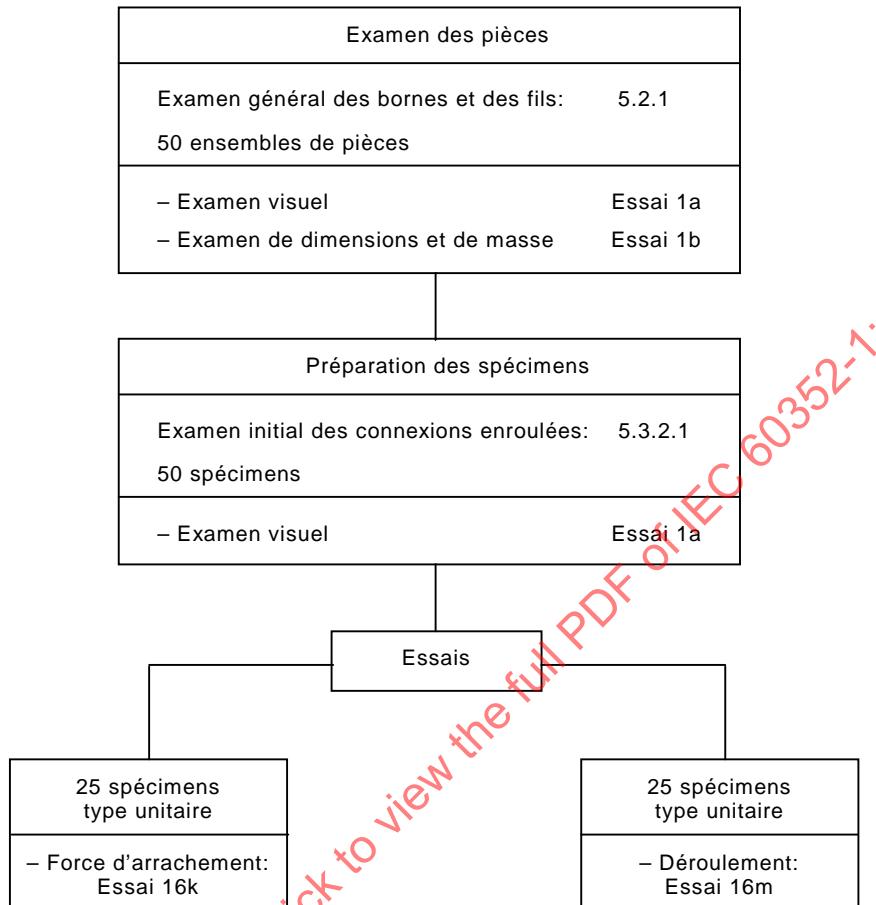
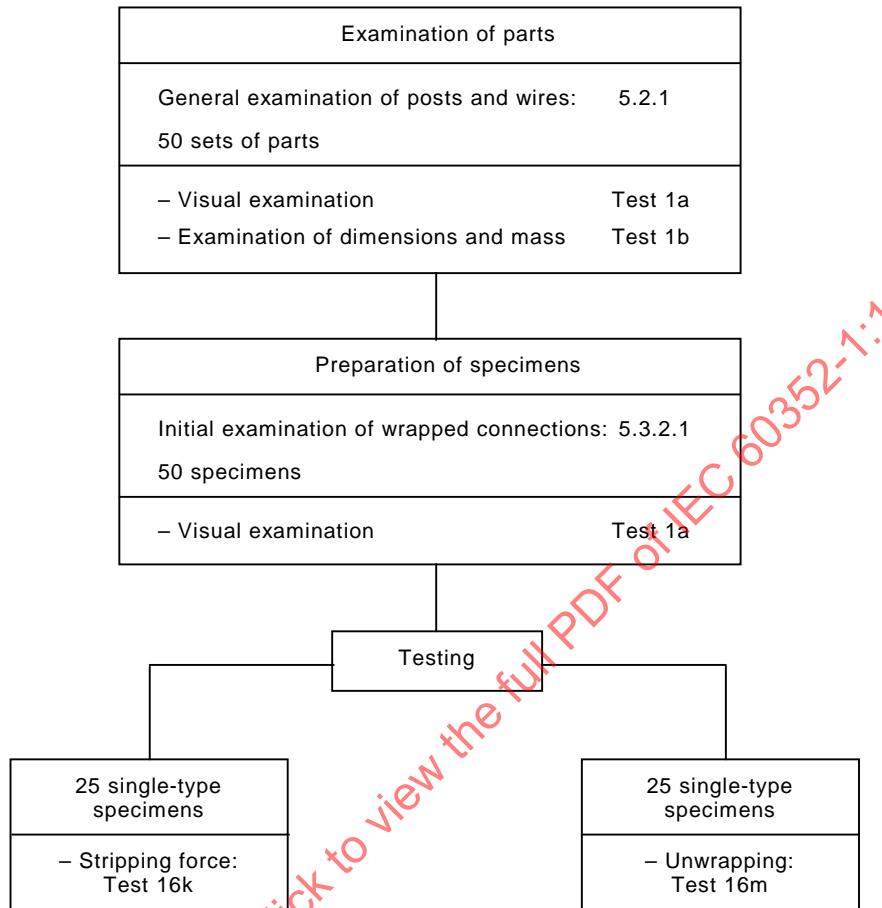


Figure 9 – Programme d'essais de base (voir 5.3.2)

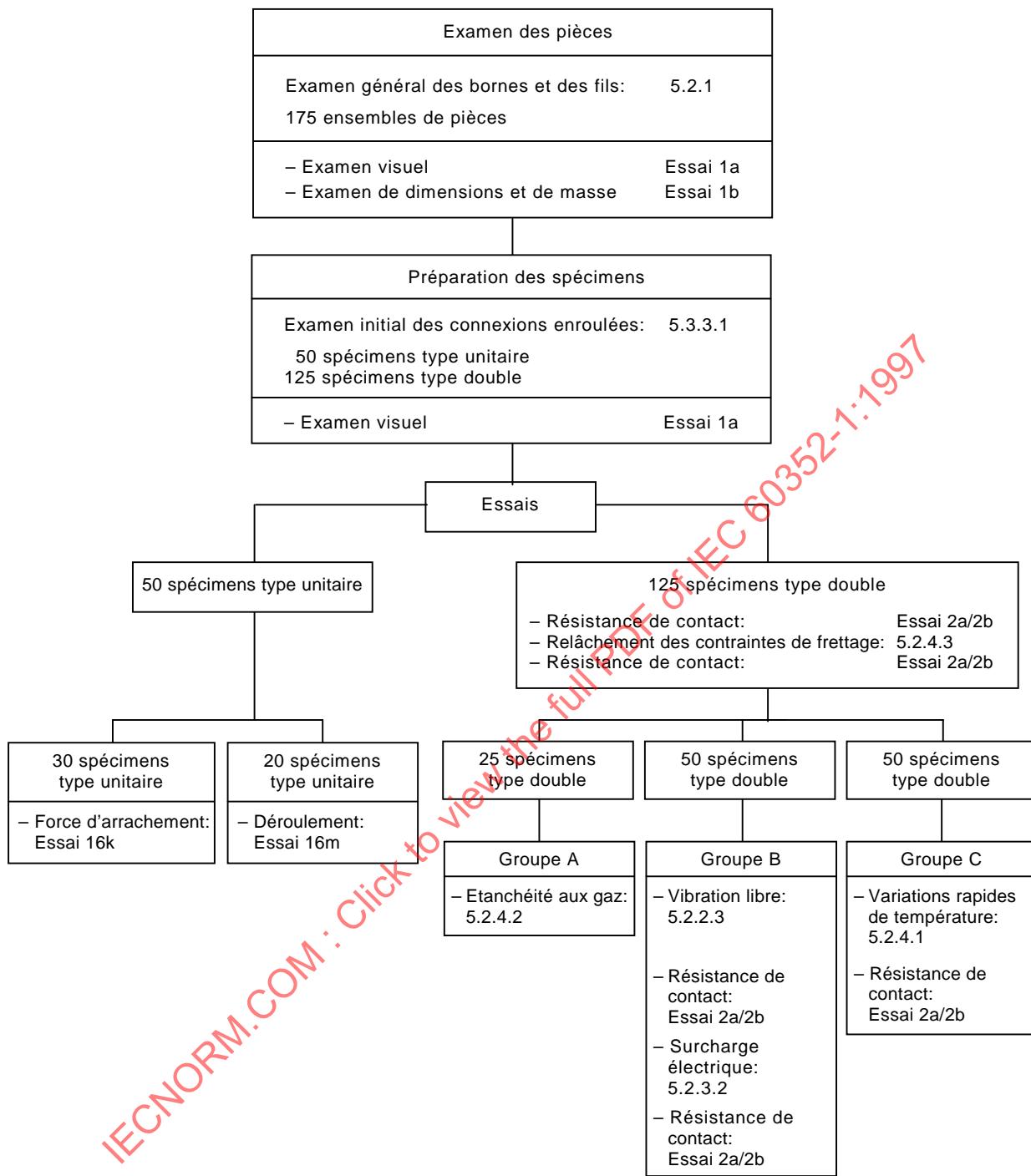
### 5.3.4 Flow charts

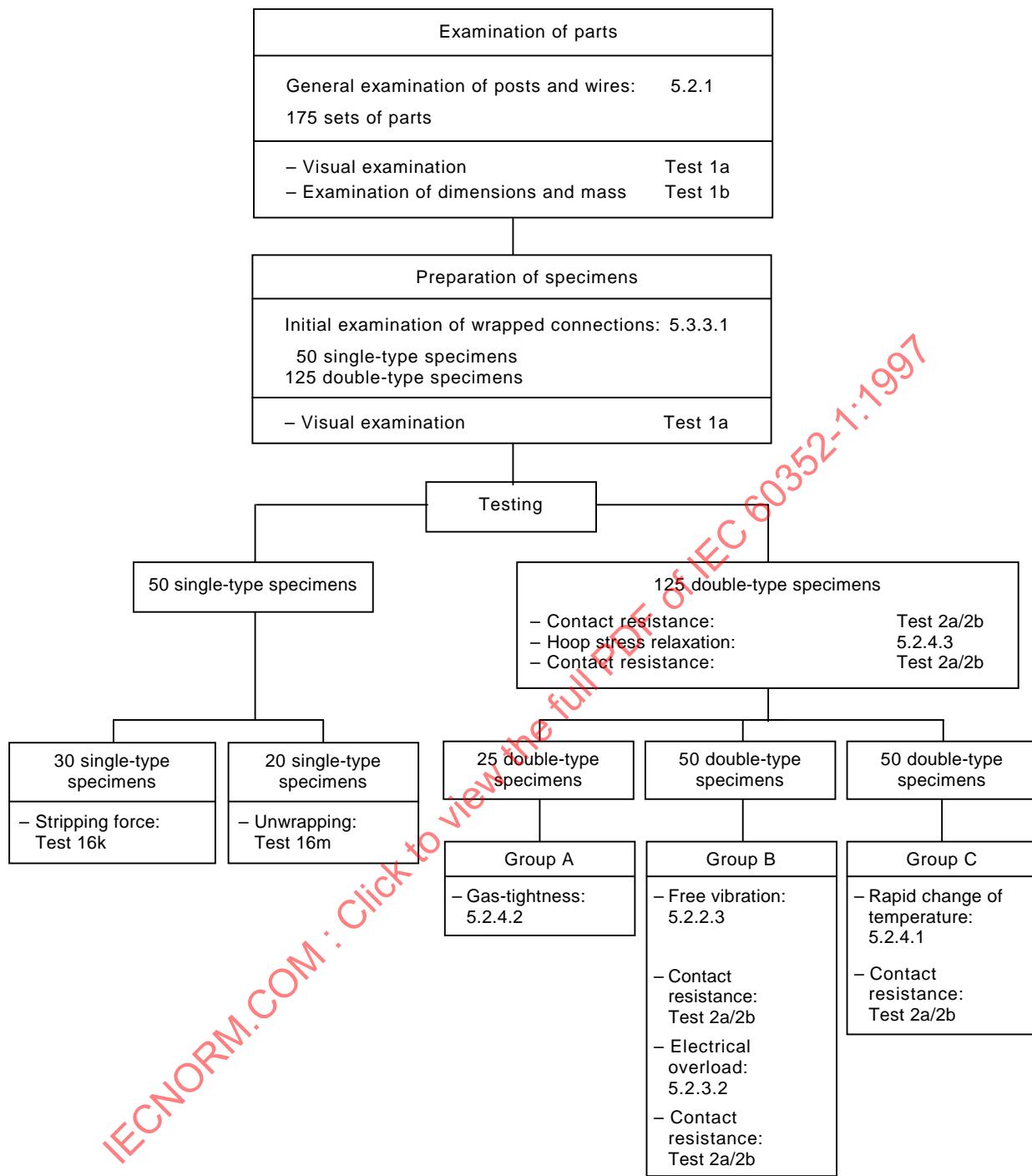
For quick orientation, the test schedules fully detailed in 5.3.2 and 5.3.3 are repeated as flow charts in figures 9 and 10.



IEC 1 027/97

**Figure 9 – Basic test schedule (see 5.3.2)**

**Figure 10 – Programme d'essais complet (voir 5.3.3)**



IEC 1 028/97

Figure 10 – Full test schedule (see 5.3.3)

## 6 Guide pratique

### 6.1 Courant limite

En général, la somme des surfaces étanches aux gaz d'une connexion enroulée conforme à la présente norme devrait donner une section supérieure à celle du fil utilisé. Le courant limite du fil doit donc normalement être le facteur limitatif et le courant limite de la connexion enroulée sera au moins égal à celle du fil utilisé.

### 6.2 Informations sur les outils

#### 6.2.1 Outils d'enroulement

Il existe de nombreux types d'outils, du simple outil manuel à l'outil entièrement automatique (pneumatique ou électrique) et des outils dont la position est contrôlée par la main ou par un outil entièrement automatique.

Le principe de base de la partie active de l'outil, cependant, est toujours le suivant: une broche tourne dans un guide enroulant le fil sur la borne. La broche comporte un trou pour loger la borne. Ce trou doit être adapté à la diagonale réelle de la borne. Les fabricants d'outils offrent un large éventail de broches et de guides adaptés aux dimensions des bornes et des fils.

Deux conceptions différentes de broches sont utilisées.

##### 6.2.1.1 Outil à broche simple

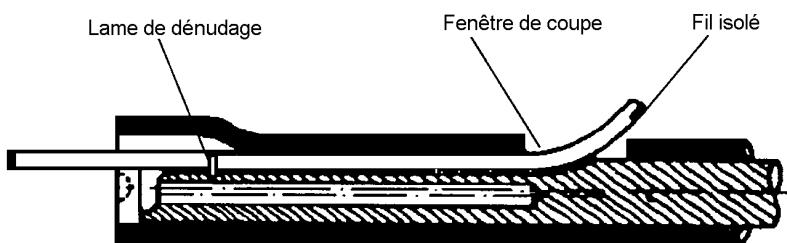
La broche comporte une gorge dans laquelle la partie du fil qui sera enroulée sur la borne est introduite. Le fil doit être dénudé sur une longueur de dénudage adéquate.

La longueur de dénudage dépend des dimensions du fil et de la borne. L'autre partie du fil est maintenue fixe, par exemple au moyen d'une encoche dans le guide. Le fil dénudé est enroulé sur la borne sous une tension contrôlée.

##### 6.2.1.2 Outil à broche autodénudante

Pour éviter l'opération de pré-dénudage, des outils à broche autodénudante peuvent être utilisés.

La broche est munie, à l'entrée de la gorge, d'une lame de dénudage. La gorge débouche sur la fenêtre de coupe du guide. La lame de dénudage est ajustée au diamètre du fil et au diamètre extérieur de l'isolant. Le fil isolé inséré sera coupé par la fenêtre de coupe et l'isolant sera dénudé par la lame de dénudage. Le tube d'isolant restant dans la gorge sera poussé à l'extérieur par la fenêtre lors de l'insertion du fil suivant. La distance entre la lame de dénudage et la fenêtre de coupe est fonction de la longueur de dénudage spécifiée pour le fil.



IEC 1029/97

Figure 11 – Outil à broche autodénudante

## 6 Practical guidance

### 6.1 Current-carrying capacity

In general, the sum of the gas-tight areas of a wrapped connection made in accordance with this standard should result in a larger cross-section than that of the wire used. Therefore, the current-carrying capacity of the wire will normally be the limiting factor and the current-carrying capacity of the wrapped connection will be at least equal to that of the wire used.

### 6.2 Tool information

#### 6.2.1 Wrapping tools

There are many types of wrapping tools available, ranging from hand-driven to power-driven tools (pneumatic or electric) and tools whose position is controlled by hand or fully automatic machines.

The basic principle of the active part of the tool, however, is the following: a bit rotates within a sleeve, winding the wire onto the post. The bit is provided with a hole to accommodate the post. This hole shall be adapted to the actual diagonal of the post. The tool manufacturers offer a large selection of bits and sleeves fitting the post and wire sizes.

Two different designs of bits are used.

##### 6.2.1.1 Tool with normal bit

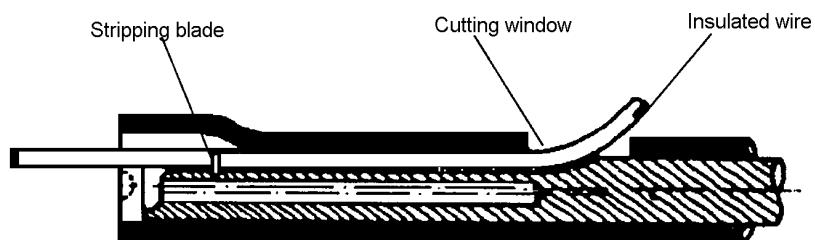
On the bit is located a groove in which the part of the wire to be wound onto the post will be inserted. The wire shall be stripped to the accommodated stripping length.

The stripping length depends on the wire size and the post size. The other part of the wire is held stationary, for example by means of a notch in the sleeve. The stripped wire will be wrapped with a defined tension around the post.

##### 6.2.1.2 Tool with cut-strip-wire bit

To avoid the pre-stripping process, cut-strip-wire tools (cut-strip-wire bits) may be used.

The bit is equipped, at the beginning of the groove, with a stripping blade. The groove ends at the cutting window of the sleeve. The stripping blade is adjusted to the diameter of the conductor and the outside diameter of the insulation. The inserted insulated wire will be cut at the cutting window and the insulation will be stripped at the stripping blade. The insulation tube remains in the groove and will be pushed out of the window by the next inserted wire. The distance between stripping blade and cutting window depends on the specified stripping length of the wire.



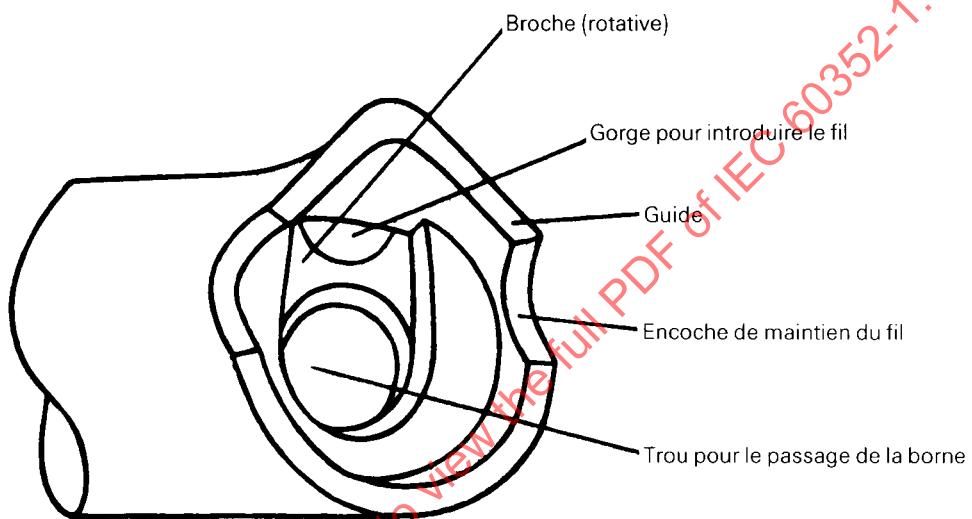
IEC 1 029/97

Figure 11 – Cut-strip-wire tool

Pour les applications utilisant des broches autodénudeuses, il convient que la spécification du fil soit la suivante:

- conducteur: cuivre avec un allongement minimal à la rupture de 20 %;
- revêtement du fil: conducteur étamé ou argenté, structure du revêtement unie;
- concentricité de l'isolant: au minimum 80 % (rapport entre la paroi la plus mince et la plus épaisse);
- matière isolante: thermoplastique massif;
- force d'arrachement: il convient que la force d'arrachement de l'isolant pour une longueur définie ne soit pas supérieure à la valeur donnée par le fabricant de l'outil.

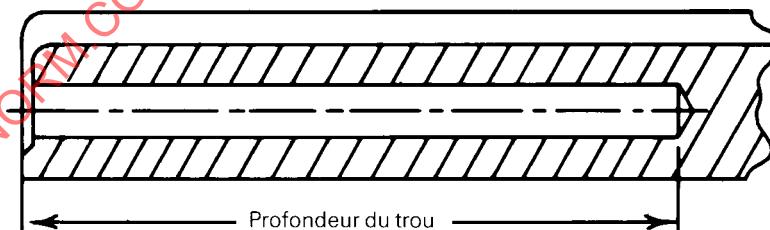
Si l'adhérence entre le conducteur et l'isolant est excessive, le conducteur peut être allongé par la broche autodénudeuse et ceci entraînera des connexions fragiles.



476/83

Figure 12 – Face avant de l'outil

Le trou de la broche doit avoir une profondeur suffisante pour accepter la longueur totale de la borne (voir figure 13). Les profondeurs de trou données dans le tableau 12 sont d'usage courant.



477/83

Figure 13 – Profondeur du trou de la broche

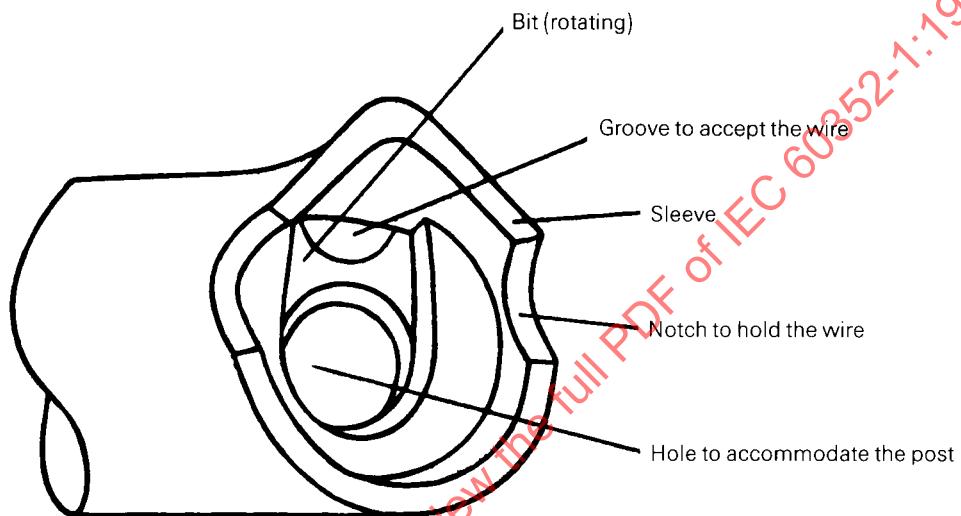
Table 12 – Profondeur du trou

Diagonales mm	Profondeur du trou mm
<0,6	10
0,6 – 1,3	19
>1,3	25

The wire specification for the cut-strip-wire application should be as follows:

- conductor: copper wire with 20 % minimum elongation at breakpoint;
- wire plating: tinned or silver-plated conductor. The texture of wire plating should be smooth;
- concentricity of insulation: within 80 % minimum (ratio of thinnest to thickest wall);
- insulation material: solid type thermoplastic material;
- stripping force: the stripping force of the insulation for a defined length should not exceed the values given by the tool manufacturer.

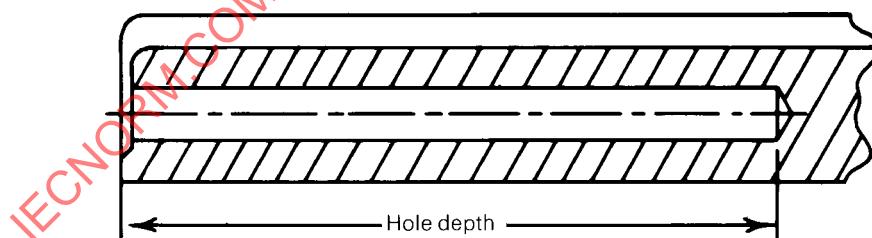
If the adhesion between the conductor and the insulation is excessive, the conductor can be over elongated by the cut-strip-wire bit which will produce a brittle connection.



476/83

**Figure 12 – Front face of the tool**

The hole in the bit shall have a depth sufficient to accommodate the total length of the post (see figure 13). The hole depths given in table 12 are in common use.



477/83

**Figure 13 – Hole depth of the bit**

**Table 12 – Hole depth**

Diagonals mm	Hole depth mm
<0,6	10
0,6 – 1,3	19
>1,3	25