

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60898-1

2002

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2
2003-05

Amendement 2

**Petit appareillage électrique –
Disjoncteurs pour la protection contre les
surintensités pour installations domestiques
et analogues –**

**Partie 1:
Disjoncteurs pour le fonctionnement
en courant alternatif**

Amendment 2

**Electrical accessories –
Circuit-breakers for overcurrent protection
for household and similar installations –**

**Part 1:
Circuit-breakers for a.c. operation**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 23E: Disjoncteurs et appareillage similaire pour usage domestique, du comité d'études 23 de la CEI: Petit appareillage.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
23E/521/FDIS	23E/525/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter à la liste des annexes, page 4, le titre de la nouvelle annexe L, comme suit:

Annexe L (normative) Prescriptions particulières pour disjoncteurs avec bornes à vis pour connexion de conducteurs externes en aluminium non traités et avec des bornes à vis en aluminium pour connexion de conducteurs externes en cuivre ou en aluminium

Page 16

2 Références normatives

Ajouter à la liste existante les titres des normes suivantes:

CEI 60228A:1982, Premier complément à la Publication 228, *Ames des câbles isolés – Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires*

CEI 61545, *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* – Publication groupée de sécurité

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 23E: Circuit-breakers and similar equipment for household use, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

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

FDIS	Report on voting
23E/521/FDIS	23E/525/RVD

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 3

CONTENTS

Add to the annex list, on page 5, the title of the new annex L as follows:

Annex L (normative) Specific requirements for circuit-breakers with screw-type terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors

Page 17

2 Normative references

Add to the existing list the titles of the following standards:

IEC 60228A:1982, First supplement to Publication 228, *Conductors of insulated cables – Guide to the dimensional limits of circular conductors*

IEC 61545, *Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units – Group safety publication*

Page 174

Annexes

Ajouter la nouvelle annexe L, comme suit:

Annexe L (normative)

Prescriptions particulières pour disjoncteurs avec bornes à vis pour connexion de conducteurs externes en aluminium non traités et avec des bornes à vis en aluminium pour connexion de conducteurs externes en cuivre ou en aluminium

L.1 Domaine d'application

Cette annexe s'applique aux disjoncteurs compris dans le domaine d'application de cette norme, munis de bornes à vis en cuivre – ou en alliages contenant au moins 58 % de cuivre (si travaillé chaud) ou au moins 50 % de cuivre (si travaillé autrement), ou encore constituées d'un autre métal ou d'un métal revêtu de façon appropriée, tout aussi résistant à la corrosion que le cuivre et dont les propriétés mécaniques sont aussi appropriées que celles du cuivre – utilisables avec des conducteurs en aluminium non traité, ainsi qu'avec des bornes à vis en aluminium utilisables avec des conducteurs en cuivre ou en aluminium.

Dans cette annexe les conducteurs en aluminium revêtu de cuivre ou de nickel sont considérés comme des conducteurs en aluminium.

NOTE En Autriche, en Australie et en Allemagne, l'utilisation de bornes à vis en aluminium n'est pas autorisée pour raccorder des conducteurs en cuivre.

- En Autriche, en Suisse et en Allemagne, les bornes pour conducteurs en aluminium ne sont pas admises.
- En Espagne, l'utilisation de conducteurs en aluminium n'est pas autorisée dans les circuits finaux des installations domestiques et similaires, p.ex. bureaux, magasins.
- Au Danemark, la section minimale des conducteurs en aluminium est de 16 mm².

L.2 Références normatives

Vide.

L.3 Définitions

Pour les besoins de la présente annexe, les définitions suivantes s'appliquent, en complément de celles qui sont données à l'article 3.

L.2.1

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

Page 175

Annexes

Add the new Annex L as follows:

Annex L (normative)

Specific requirements for circuit-breakers with screw-type terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors

L.1 Scope

This annex applies to circuit-breakers within the scope of this standard, equipped with screw-type terminals of copper – or of alloys containing at least 58 % of copper (if worked cold) or at least 50 % of copper (if worked otherwise), or of other metal or suitably coated metal, no less resistant to corrosion than copper and having mechanical properties no less suitable – for use with untreated aluminium conductors, or with screw-type terminals of aluminium material for use with copper or aluminium conductors.

In this annex copper-clad and nickel-clad aluminium conductors are considered as aluminium conductors.

NOTE In Austria, Australia and Germany, the use of aluminium screw-type terminals for use with copper conductors is not allowed.

- In Austria, Switzerland and Germany, terminals for aluminium conductors only are not allowed.
- In Spain, the use of aluminium conductors is not allowed for final circuits in household and similar installations e.g. offices, shops..
- In Denmark, the minimum cross-sectional area for aluminium conductors is 16 mm².

L.2 Normative references

Void.

L.3 Definitions

As a complement to clause 3, the following additional definitions apply for the purpose of this annex.

L.2.1

treated conductor

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

L.2.2

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.

L.2.3

égaliseur

dispositif utilisé dans la boucle d'essai pour assurer un point équipotentiel et une densité de courant uniforme dans une âme câblée, sans effets indésirables sur la température du ou des conducteurs

L.2.4

conducteur de référence

longueur d'âme conductrice sans raccordement, de type et de taille identiques à ceux utilisés dans la boucle d'essai, et connectée en série dans le même circuit. Elle est utilisée pour déterminer la température de référence et, si nécessaire, la résistance électrique de référence

L.2.5

coefficient de stabilité Sf

mesure de la stabilité de la température d'un organe de serrage au cours de l'essai de cycles thermiques

L.4 Classification

L'article 4 s'applique.

L.5 Caractéristiques des disjoncteurs

L'article 5 s'applique.

L.6 Marquage

En addition à l'article 6, les prescriptions suivantes sont applicables:

Les marquages des bornes définis dans le tableau L.1 doivent figurer sur le disjoncteur, à proximité des bornes.

Les autres informations concernant le nombre de conducteurs, les valeurs de couple de serrage (si elles diffèrent des valeurs du tableau 10), et les sections raccordables doivent être indiquées sur le disjoncteur.

Tableau L.1 – Marquage des bornes

Types de conducteurs acceptés	Marquage
Cuivre seulement	Aucun
Aluminium seulement	Al
Aluminium ou Cuivre	Al/Cu

Le constructeur doit déclarer dans son catalogue que pour le serrage d'un conducteur en aluminium le couple de serrage doit être appliqué en utilisant des moyens appropriés.

L.2.2**untreated/unprepared conductor**

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.

L.2.3**equalizer**

arrangement used in the test loop to ensure an equipotentiality point and uniform current density in a stranded conductor, without adversely affecting the temperature of the conductor(s)

L.2.4**reference conductor**

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

L.2.5**stability factor Sf**

measure of temperature stability of a terminal unit during the current cycling test

L.4 Classification

Clause 4 applies.

L.5 Characteristics of circuit-breakers

Clause 5 applies.

L.6 Marking

In addition to clause 6 the following requirements apply:

The terminal marking defined in table L.1 shall be marked on the circuit-breaker, near the terminals.

The other information concerning the number of conductors, the screw torque values (if different from table 10) and the cross-sections, shall be indicated on the circuit-breaker.

Table L.1 – Marking for terminals

Conductor types accepted	Marking
Copper only	None
Aluminium only	Al
Aluminium and copper	Al/Cu

The manufacturer shall state in his catalogue that, for the clamping of an aluminium conductor the tightening torque shall be applied with appropriate means.

L.7 Conditions normales de fonctionnement en service

L'article 7 s'applique.

L.8 Prescriptions de construction

L'article 8 est applicable, avec les exceptions suivantes:

8.1.5.2 est complété par:

Pour le raccordement des conducteurs en aluminium, les disjoncteurs doivent être équipés de bornes à vis permettant le raccordement de conducteurs en aluminium dont les sections sont définies dans le tableau L.2.

Les bornes pour le raccordement des conducteurs en aluminium et les bornes en aluminium pour le raccordement des conducteurs en cuivre ou en aluminium doivent avoir une résistance mécanique en mesure de supporter les essais de 9.4, avec les conducteurs d'essai serrés avec le couple indiqué dans le tableau 10 ou avec le couple spécifié par le constructeur, qui ne doit pas être inférieur à celui spécifié dans le tableau 10.

**Tableau L.2 – Sections des conducteurs en aluminium
pouvant être connectés aux bornes à vis**

Courant assigné ^a A	Plage des sections nominales à serrer ^b mm ²
Jusqu'à 13 inclus	1 à 4
Au-dessus de 13 et jusqu'à 16 inclus	1 à 6
Au-dessus de 16 et jusqu'à 25 inclus	1,5 à 10
Au-dessus de 25 et jusqu'à 32 inclus	2,5 à 16
Au-dessus de 32 et jusqu'à 50 inclus	4 à 25
Au-dessus de 50 et jusqu'à 80 inclus	10 à 35
Au-dessus de 80 et jusqu'à 100 inclus	16 à 50
Au-dessus de 100 et jusqu'à 125 inclus	25 à 70

^a Il est exigé que, pour des courants assignés jusqu'à 50 A inclus, les bornes soient conçues pour serrer aussi bien des conducteurs massifs que des conducteurs câblés rigides; l'utilisation de conducteurs souples est autorisée. Toutefois, il est admis que les bornes pour conducteurs de section 1 mm² à 10 mm² soient conçues pour serrer seulement des conducteurs massifs.

^b Sections maximales du tableau 5, augmentées comme pour le tableau D.2 de la CEI 61545.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures, et en équipant tour à tour un conducteur de la plus faible et de la plus grande section spécifiée.

8.1.5.4 Le texte de 8.1.5.4 est remplacé par:

Les bornes doivent admettre les conducteurs sans préparation spécifique.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais du chapitre L.9.

L.7 Standard conditions for operation in service

Clause 7 applies.

L.8 Constructional requirements

Clause 8 applies, with the following exceptions:

8.1.5.2 is completed by:

For the connection of aluminium conductors, circuit-breakers shall be provided with screw-type terminals allowing the connection of conductors having nominal cross-sections as shown in table L.2.

Terminals for the connection of aluminium conductors and terminals of aluminium for the connection of copper or aluminium conductors shall have mechanical strength adequate to withstand the tests of 9.4, with the test conductors tightened with the torque indicated in table 10, or with the torque specified by the manufacturer, which shall never be lower than that specified in table 10.

Table L.2 – Connectable cross-sections of aluminium conductors for screw-type terminals

Rated Current ^a A	Range of nominal cross-sections ^b to be clamped mm ²
Up to and including 13	1 to 4
Above 13 up to and including 16	1 to 6
Above 16 up to and including 25	1,5 to 10
Above 25 up to and including 32	2,5 to 16
Above 32 up to and including 50	4 to 25
Above 50 up to and including 80	10 to 35
Above 80 up to and including 100	16 to 50
Above 100 up to and including 125	25 to 70

^a It is required that, for current ratings up to and including 50 A, terminals be designed to clamp solid conductors as well as rigid stranded conductors; the use of flexible conductors is permitted. Nevertheless, it is permitted that terminals for conductors having cross-sections from 1 mm² up to 10 mm² be designed to clamp solid conductors only.

^b Maximum wire sizes of table 5, increased according to table D.2 of IEC 61545.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by fitting in turn one conductor of the smallest and one of the largest cross-section areas as specified.

8.1.5.4 The text of 8.1.5.4 is replaced by:

Terminals shall allow the conductors to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection and the tests of L.9.

L.9 Essais

L'article 9 s'applique avec les modifications / additions suivantes:

Pour les essais qui sont influencés par la matière de la borne et par le type du conducteur raccordable, on applique les conditions d'essai définies dans le tableau L.3.

En addition l'essai de L.9.2 est effectué avec des bornes séparées du disjoncteur.

Tableau L.3 – Liste des essais selon la matière des conducteurs et des bornes

Matière des bornes	Matière selon 8.1.4.4 ^a	Al ^b	
Matière du conducteur (tableau L.1)	Al Utiliser les tableaux L.2 et L.5	Cu Utiliser les tableaux 5 et 9	Al Utiliser les tableaux L.2 et L.5
9.4 Fiabilité des vis	Utiliser les tableaux L.2, L.5 et 10	Utiliser les tableaux 5, 9 et 10	Utiliser les tableaux L.2, L.5 et 10
9.5.1 Essai de traction ^b	Utiliser les tableaux L.2, L.5 et 10	Utiliser les tableaux 5, 9 et 10	Utiliser les tableaux L.2, L.5 et 10
9.5.2 Détérioration du conducteur	Utiliser les tableaux L.2, L.5 et 10	Utiliser les tableaux 5, 9 et 10	Utiliser les tableaux L.2, L.5 et 10
9.5.3 Insertion du conducteur	Utiliser le tableau L.4	Utiliser le tableau 12	Utiliser le tableau L.4
9.8 Elévation d'échauffement	Utiliser le tableau L.5	Utiliser le tableau 9	Utiliser le tableau L.5
9.9 Essai 28 jours	Utiliser le tableau L.5	Utiliser le tableau 9	Utiliser le tableau L.5
L.9.2 Essai de cycles thermiques	Utiliser le tableau 10	Utiliser le tableau 10	Utiliser le tableau 10
^a Utiliser les séquences d'essais A et B et le nombre d'échantillons défini dans l'annexe C. Pour les disjoncteurs qui sont aptes à être raccordés à des conducteurs en Al ou en Cu, les séquences d'essais et le nombre d'échantillons doivent être doublés (une séquence d'essai pour les conducteurs en cuivre, l'autre pour les conducteurs en aluminium). ^b Pour l'essai de traction 9.5.1, la valeur pour le câble de 70 mm ² est à l'étude.			

L.9 Tests

Clause 9 applies, with the following modifications/additions:

For the tests which are influenced by the material of the terminal and the type of conductor that can be connected, the test conditions of table L.3 are applied.

Additionally the test of L.9.2 is carried out on terminals separated from the circuit-breaker.

Table L.3 – List of tests according to the material of conductors and terminals

Material of terminals	Material according to 8.1.4.4 ^a	Al ^a	
		Cu	Al
Material of conductor (table L.1)	Al Use tables L.2 and L.5	Use tables 5 and 9	Use tables L.2 and L.5
9.4 Reliability of screws	Use tables L.2, L.5 and 10	Use tables 5, 9 and 10	Use tables L.2, L.5 and 10
9.5.1 Pull-out test ^b	Use tables L.2, L.5 and 10	Use tables 5, 9 and 10	Use tables L.2, L.5 and 10
9.5.2 Damage of the conductor	Use tables L.2, L.5 and 10	Use tables 5, 9 and 10	Use tables L.2, L.5 and 10
9.5.3 Insertion of the conductor	Use table L.4	Use table 12	Use table L.4
9.8 Temperature rise	Use table L.5	Use table 9	Use table L.5
9.9 28-day test	Use table L.5	Use table 9	Use table L.5
L.9.2 Cycling test	Use table 10	Use table 10	Use table 10
^a Use test sequences A and B and number of samples defined in Annex C. For circuit-breakers which are able to be connected to Al or Cu conductors, the test sequences and number of samples have to be doubled (one for the Cu conductor and one for the Al conductor).			
^b For the pull-out test 9.5.1, the value for 70 mm ² wire is under consideration.			

Tableau L.4 – Conducteurs raccordables et leur diamètre nominal

Métrique					AWG				
Rigide			Souple (cuivre seulement)		Rigide			Souple (cuivre seulement)	
S	Massif	Câblé	S			Massif ^a	Classe B Câblé ^a		Classes ^b I, K, M Câblé
mm ²	Ø mm	Ø mm	mm ²	Ø mm	Calibre	Ø mm	Ø mm	Calibre	mm
1,0	1,2	1,4	1,0	1,5	18	1,07	1,23	18	1,28
1,5	1,5	1,7	1,5	1,8	16	1,35	1,55	16	1,50
2,5	1,9	2,2	2,5	2,3 ^c	14	1,71	1,95	14	2,08
4,0	2,4	2,7	4,0	2,9 ^c	12	2,15	2,45	12	2,70
6,0	2,9	3,3	4,0	2,9 ^c	10	2,72	3,09		
10,0	3,7	4,2	6,0	3,9	8	3,43	3,89	10	3,36
16,0	4,6	5,3	10,0	5,1	6	4,32	4,91	8	4,32
25,0		6,6	16,0	6,3	4	5,45	6,18	6	5,73
35,0		7,9	25,0	7,8	2	6,87	7,78	4	7,25
					1	7,72	8,85		
50,0		9,1	35	9,2	0	8,51	9,64		12,08
70,0		12,0	50	12	00	9,266	10,64		

NOTE Les diamètres des conducteurs rigides et souples les plus gros sont basés sur le tableau 1 de la CEI 60228A, et pour les conducteurs AWG, sur les Publications ASTM B172-71, ICEA S-19-81, ICEA S-66-524, ICEA S-68-516.

^a Diamètre nominal + 5 %.

^b Diamètre le plus grand + 5 % pour l'une quelconque des classes I, K, M.

^c Dimensions pour conducteurs souples de la classe 5 seulement suivant la CEI 60228A.

L.9.1 Conditions d'essai

Le paragraphe 9.1 est applicable, avec l'exception suivante: les conducteurs en aluminium à connecter sont extraits du tableau L.5.

Tableau L.5 – Sections (S) des conducteurs d'essai en aluminium correspondant aux courants assignés

S mm ²	I _n A
1,5	I _n ≤ 6
2,5	6 < I _n ≤ 13
4	13 < I _n ≤ 20
6	20 < I _n ≤ 25
10	25 < I _n ≤ 32
16	32 < I _n ≤ 50
25	50 < I _n ≤ 63
35	63 < I _n ≤ 80
50	80 < I _n ≤ 100
70	100 < I _n ≤ 125

Table L.4 – Connectable conductors and their theoretical diameters

Metric					AWG				
Rigid			Flexible (copper only)		Rigid			Flexible (copper only)	
S	Solid	Stranded	S			Solid ^a	Class B stranded ^a		Classes ^b I, K, M stranded
mm ²	Ø mm	Ø mm	mm ²	Ø mm	Gauge	Ø mm	Ø mm	Gauge	mm
1,0	1,2	1,4	1,0	1,5	18	1,07	1,23	18	1,28
1,5	1,5	1,7	1,5	1,8	16	1,35	1,55	16	1,50
2,5	1,9	2,2	2,5	2,3 ^c	14	1,71	1,95	14	2,08
4,0	2,4	2,7	4,0	2,9 ^c	12	2,15	2,45	12	2,70
6,0	2,9	3,3	4,0	2,9 ^c	10	2,72	3,09		
10,0	3,7	4,2	6,0	3,9	8	3,43	3,89	10	3,36
16,0	4,6	5,3	10,0	5,1	6	4,32	4,91	8	4,32
25,0		6,6	16,0	6,3	4	5,45	6,18	6	5,73
35,0		7,9	25,0	7,8	2	6,87	7,78	4	7,25
					1	7,72	8,85		
50,0		9,1	35	9,2	0	8,51	9,64		12,08
70,0		12,0	50	12	00	9,266	10,64		

NOTE Diameters of the largest rigid and flexible conductors are based on IEC 60228A, table 1 and, for AWG conductors, on ASTM B 172-71, ICEA S-19-81, ICEA S-66-524, ICEA S-68-516.

^a Nominal diameter + 5 %.

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

^c Dimensions for class 5 flexible conductors only, according to IEC 60228A.

L.9.1 Test conditions

Subclause 9.1 applies, except that the Al conductors to be connected are taken from table L.5.

Table L.5 – Cross sections (S) of aluminium test conductors corresponding to the rated currents

S mm ²	I _n A
1,5	I _n ≤ 6
2,5	6 < I _n ≤ 13
4	13 < I _n ≤ 20
6	20 < I _n ≤ 25
10	25 < I _n ≤ 32
16	32 < I _n ≤ 50
25	50 < I _n ≤ 63
35	63 < I _n ≤ 80
50	80 < I _n ≤ 100
70	100 < I _n ≤ 125

L.9.2 Essai de cycles thermiques

Cet essai vérifie la stabilité de la borne à vis par comparaison des températures atteintes par la borne avec celles atteintes par le conducteur de référence sous des conditions cycliques accélérées.

Cet essai est effectué avec des bornes séparées.

L.9.2.1 Préparation

L'essai est réalisé sur quatre échantillons, chacun constitué par un couple de bornes reliées d'une façon qui représente l'utilisation des bornes dans le disjoncteur (voir les exemples représentés sur les figures L.2 à L.6). Les bornes à vis séparées du produit doivent être reliées à des parties conductrices de même section, forme, métal et finition que les parties sur lesquelles elles sont montées dans le produit. Les bornes à vis doivent être fixées aux parties conductrices de la même façon (position, couple de serrage, etc.) que sur le produit. Si un défaut est constaté sur un échantillon pendant l'essai, quatre autres échantillons devront être testés et aucun autre défaut n'est admis.

L.9.2.2 Disposition d'essai

La disposition générale des échantillons doit être conforme aux indications de la figure L.1.

Pour les échantillons d'essai, on doit utiliser 90 % de la valeur du couple spécifié par le constructeur ou, si non spécifié, 90 % du couple choisi dans le tableau 10. L'essai est pratiqué avec des conducteurs selon le tableau L.5.

La longueur du conducteur d'essai mesurée entre le point d'entrée des échantillons de bornes à vis et l'égaliseur (voir L.3.3) doit être conforme au tableau L.6.

Tableau L.6 – Longueur du conducteur d'essai

Section du conducteur mm ²	Taille du conducteur AWG	Longueur minimale du conducteur mm
$S \leq 10,0$	≤ 8	200
$16,0 \leq S \leq 25,0$	6 à 3	300
$35,0 \leq S \leq 70,0$	2 à 00	460

Les conducteurs d'essai sont connectés en série avec un conducteur de référence de même section.

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

Chaque extrémité libre des conducteurs d'essai et de référence non connectée à un échantillon de borne à vis doit être brasée ou soudée à un égaliseur consistant en une barre courte de même matière que le conducteur, et d'une section ne dépassant pas celle indiquée au tableau L.7. Tous les brins du conducteur doivent être soudés ou brasés afin d'assurer une connexion électrique parfaite avec l'égaliseur.

Des connecteurs de type à sertissage par outillage (sans soudage) peuvent être utilisés pour l'égaliseur sous réserve de l'acceptation du constructeur et à condition que le niveau de performance soit maintenu.

L.9.2 Current cycling test

This test verifies the stability of the screw-type terminal by comparing the temperature performance with that of the reference conductor under accelerated cycling conditions.

This test is carried out on separate terminals.

L.9.2.1 Preparation

The test is performed on four specimens, each one made by a couple of terminals, assembled in a manner which represents the use of the terminals in the circuit-breaker (see examples shown in figures L.2 to L.6). The screw-type terminals which have been removed from the product shall be attached to the conducting parts of the same cross-section, shape, metal and finish as that on which they are mounted on the product. The screw-type terminals shall be fixed to the conducting parts in the same manner (position, torque, etc.) as on the product. If one specimen fails during the test, four other specimens shall be tested and no other failures are admitted.

L.9.2.2 Test arrangement

The general arrangement of the samples shall be as shown in figure L.1.

Ninety per cent of the value of torque stated by the manufacturer or, if not stated, selected in table 10 shall be used for the test specimens.

The test is carried out with conductors according to table L.5. The length of the test conductor from the point of entry to the screw-type terminal specimens to the equalizer (see L.3.3) shall be as in table L.6.

Table L.6 – Test conductor length

Conductor cross section mm ²	Conductor wire size AWG	Minimum conductor length mm
$S \leq 10,0$	≤ 8	200
$16,0 \leq S \leq 25,0$	6 to 3	300
$35,0 \leq S \leq 70,0$	2 to 00	460

Test conductors are connected in series with a reference conductor of the same cross-section.

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

Each free end of the test and reference conductor(s) not connected to a screw-type terminal specimen shall be welded or brazed to a short length of an equalizer of the same material as the conductor and of cross section not greater than that given in table L.7. All strands of the conductor shall be welded or brazed to make an electrical connection with the equalizer.

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

Tableau L.7 – 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

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

L'échantillon d'essai doit être suspendu soit horizontalement soit verticalement à l'air libre, par fixation de l'égaliseur ou de la barre de connexion au moyen de supports non conducteurs, de façon à ce que la borne à vis ne soit pas soumise 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 de 150 mm ± 10 mm en longueur depuis les bornes à vis (voir figure L.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, des murs ou du plafond.

Les échantillons d'essai doivent être situés dans un environnement pratiquement exempt de vibrations ou de courants d'air, à une température ambiante comprise entre 20 °C et 25 °C. Une fois l'essai commencé, la variation ne doit pas dépasser ±1 K dans les limites permises.

L.9.2.3 Mesure de la température

Les mesures de température sont faites au moyen de thermocouples, en utilisant un fil de section maximale ne dépassant pas 0,07 mm² (approximativement 30 AWG).

Pour les bornes à vis, le thermocouple doit être situé du côté de l'ouverture de la borne à vis, à proximité de la surface de contact.

Les thermocouples du conducteur de référence doivent être placés au milieu de la longueur du conducteur, sous son isolation.

La mise en place des thermocouples ne doit endommager ni la borne à vis ni le conducteur de référence.

NOTE 1 On peut utiliser la méthode de fixation du thermocouple dans un perçage de petit diamètre à condition que les performances n'en soient pas affectées et que le constructeur l'accepte.

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 sur un même plan horizontal coupant les échantillons, à une distance minimale de 600 mm.

NOTE 2 Une méthode satisfaisante pour obtenir une mesure stable consiste, par exemple, à fixer les thermocouples à une plaque de cuivre non revêtu d'environ 50 mm × 50 mm et ayant une épaisseur comprise entre 6 mm et 10 mm.

Table L.7 – Equalizer and busbar dimensions

Range of test current A	Maximum cross section mm ²	
	Al	Cu
0 - 50	45	45
51 - 125	105	85
126 - 225	185	155

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

The test specimen shall be suspended either horizontally or vertically in free air by supporting the equalizer or busbar by non-conductive supports so as not to subject the screw-type terminal to a tensile load. Thermal barriers shall be installed midway between the conductors which shall extend 25 mm ± 5 mm widthways and 150 mm ± 10 mm lengthways beyond the screw-type terminals (see figure L.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.

The test specimens shall be located in a substantially vibration-free and draught-free environment and at an ambient temperature between 20 °C and 25 °C. Once the test is started, the maximum permissible variation is ±1 K provided the range limitation is not exceeded.

L.9.2.3 Temperature measurement

Temperature measurements are made by means of thermocouples, using a wire having a cross-section of not more than 0.07 mm² (approximately 30 AWG).

For screw-type terminals, the thermocouple shall be located on the conductor entry side of the screw-type terminal, close to the contact interface.

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

Positioning of the thermocouples shall not damage the screw-type terminal or the reference conductor.

NOTE 1 Drilling of a small hole and subsequent fastening of the thermocouple is an acceptable method, provided that the performance is not affected and that it is agreed by the manufacturer.

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, at a minimum distance of 600 mm from them.

NOTE 2 A satisfactory method for achieving a stable measurement is, for example, to attach the thermocouple to unplated copper plates approximately 50 mm × 50 mm, having a thickness between 6 mm and 10 mm.

L.9.2.4 Test method and acceptance criteria

NOTE 1 Evaluation of performance is based on both the limit of screw-type terminal temperature rise and the temperature variation during the test.

The test loop shall be subjected to 500 cycles of 1 h current-on and 1 h current-off, starting at an a.c. current equal to 1,12 times the test current value determined in table L.8. Near the end of each current-on period of the first 24 cycles, the current shall subsequently be adjusted to raise the temperature of the reference conductor to 75 °C.

L.9.2.4 Méthode d'essai et critère d'acceptation

NOTE 1 L'évaluation des résultats de l'essai est basée à la fois sur la limite d'échauffement des bornes à vis et la variation de température pendant l'essai.

La boucle d'essai doit être soumise à 500 cycles constitués d'1 h sous courant et 1 h sans courant, en commençant avec un courant alternatif égal à 1,12 fois la valeur du courant d'essai déterminé dans le tableau L.8. 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^{ème} cycle, le courant d'essai doit être ajusté pour la dernière fois et la température 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.

La température doit être mesurée durant les dernières 5 min de la période sous courant. Si la taille du lot d'échantillons d'essai ou la vitesse du système d'acquisition de données ne permettent pas d'effectuer la totalité des mesures dans les 5 min, 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 qui a été nécessaire pour que toutes les bornes atteignent une température comprise entre la température ambiante T_a et $T_a + 5$ K, 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 la température de l'air forcé ne doit pas être inférieure à la température ambiante.

Le coefficient de stabilité S_f pour chacune des 11 mesures de température est déterminé par soustraction algébrique de l'écart moyen de température D aux 11 valeurs 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 à la température de la borne à vis.

NOTE 2 La valeur de d est positive si la température de la borne à vis est plus élevée que la température du conducteur de référence, et négative dans le cas contraire.

Pour chaque borne à vis

- l'échauffement ne doit pas dépasser 110 K;
- le coefficient de stabilité S_f ne doit pas dépasser ± 10 °C.

Un exemple de calcul pour une borne à vis est indiqué dans le tableau L 9.

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.

The temperature shall be measured during the last 5 min of the current-on time. If the size of the set of test specimens 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.

After the first 25 cycles the current-off time may be reduced to a time 5 min longer than the time necessary to all terminal assemblies for cooling down to a temperature between ambient temperature T_a and $T_a + 5$ K during the current-off period. Forced-air cooling may be employed to reduce the off time, if acceptable to the manufacturer. In that case it shall be applied to the entire test loop and the resulting temperature of the forced air shall not be lower than the ambient air temperature.

The stability factor S_f for each of the 11 temperature measurements 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 screw-type terminal temperature.

NOTE 2 The value of d is positive if the screw-type temperature is higher than that of the reference conductor and negative if it is lower.

For each screw-type terminal

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

An example of calculation for one screw-type terminal is given in table L.9.

Tableau L.8 – Courant d'essai en fonction du courant assigné

Tailles métriques			Tailles AWG		
Courant assigné A	Section du conducteur Al mm ²	Courant d'essai A	Courant assigné A	Section du conducteur Al N°	Courant d'essai A
$0 < I_n \leq 15$	2,5	26	$0 < I_n \leq 15$	12	30
$15 < I_n \leq 20$	4	35	$15 < I_n \leq 25$	10	40
$20 < I_n \leq 25$	6	46	$25 < I_n \leq 40$	8	53
$25 < I_n \leq 32$	10	60	$40 < I_n \leq 50$	6	69
$32 < I_n \leq 50$	16	79	$50 < I_n \leq 65$	4	99
$50 < I_n \leq 65$	25	99	$65 < I_n \leq 75$	3	110
$65 < I_n \leq 80$	35	137	$75 < I_n \leq 90$	2	123
$80 < I_n \leq 100$	50	171	$90 < I_n \leq 100$	1	152
$100 < I_n \leq 125$	70	190	$100 < I_n \leq 120$	0	190

Tableau L 9 – Exemple de calcul pour la détermination de l'écart moyen de température D

Mesures de la température	Nombre de cycles	Températures		Ecart de température $d = a - b$ K	Coefficients de stabilité $Sf = d - D$ K
		Borne à vis a °C	Conducteur de référence b °C		
1	25	79	78	1	0,18
2	50	80	77	3	2,18
3	75	78	78	0	-0,82
4	100	76	77	-1	-1,82
5	125	77	77	0	-0,82
6	175	78	77	1	0,18
7	225	79	76	3	2,18
8	275	78	76	2	1,18
9	350	77	78	-1	-1,82
10	425	77	79	-2	-2,82
11	500	81	78	3	2,18

Ecart moyen de température $D = \frac{\sum d}{\text{nombre de mesures}} = \frac{9}{11} = 0,82$

Table L.8 – Test current as a function of rated current

Metric sizes			AWG		
Rated current A	Al conductor size mm ²	Test current A	Rated current A	Al conductor size N°	Test Current A
$0 \leq I_n \leq 15$	2,5	26	$0 < I_n \leq 15$	12	30
$15 < I_n \leq 20$	4	35	$15 < I_n \leq 25$	10	40
$20 < I_n \leq 25$	6	46	$25 < I_n \leq 40$	8	53
$25 < I_n \leq 32$	10	60	$40 < I_n \leq 50$	6	69
$32 < I_n \leq 50$	16	79	$50 < I_n \leq 65$	4	99
$50 < I_n \leq 65$	25	99	$65 < I_n \leq 75$	3	110
$65 < I_n \leq 80$	35	137	$75 < I_n \leq 90$	2	123
$80 < I_n \leq 100$	50	171	$90 < I_n \leq 100$	1	152
$100 < I_n \leq 125$	70	190	$100 < I_n \leq 120$	0	190

Table L.9 – Example of calculation for determining the average temperature deviation D

Temperature measurement	Cycle Number	Temperatures		Temperature deviation $d = a - b$ K	Stability factor $Sf = d - D$ K
		Screw-type terminal a °C	Reference conductor b °C		
1	25	79	78	1	0,18
2	50	80	77	3	2,18
3	75	78	78	0	-0,82
4	100	76	77	-1	-1,82
5	125	77	77	0	-0,82
6	175	78	77	1	0,18
7	225	79	76	3	2,18
8	275	78	76	2	1,18
9	350	77	78	-1	-1,82
10	425	77	79	-2	-2,82
11	500	81	78	3	2,18

Average temperature deviation $D = \frac{\Sigma d}{\text{number of measurements}} = \frac{9}{11} = 0,82$

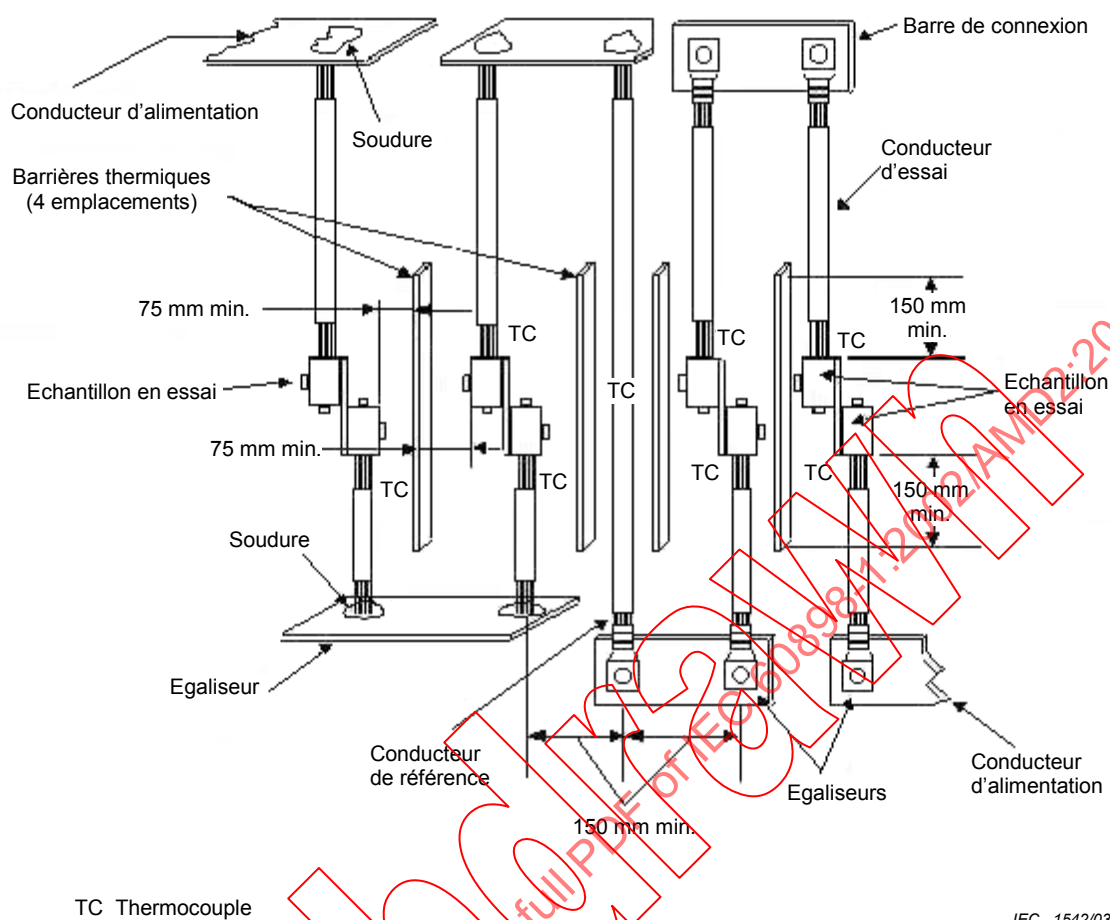


Figure L.1 – Disposition générale pour l'essai