

CEI 60269-1  
(Troisième édition – 1998)

**Fusibles basse tension –  
Partie 1: Règles générales**

IEC 60269-1  
(Third edition – 1998)

**Low-voltage fuses –  
Part 1: General requirements**

**CORRIGENDUM**

**Page 84**

**Tableau 12A – Valeurs pour les essais de  
vérification du pouvoir de coupure des  
fusibles pour courant alternatif**

*Pour le facteur de puissance, remplacer le  
texte de la colonne essai n° 2 par le texte  
suivant:*

0,2-0,3 pour courants présumés inférieurs  
ou égaux à 20 kA  
0,1-0,2 pour courants présumés supérieurs  
à 20 kA

**Page 85**

**Table 12A – Values for breaking-capacity  
tests on a.c. fuses**

*Against power factor, replace the text of  
column test No. 2 by the following text:*

0,2-0,3 for prospective current up to and  
including 20 kA  
0,1-0,2 for prospective current above 20 kA

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60269-1**

Troisième édition  
Third edition  
1998-12

---

---

**Fusibles basse tension –**

**Partie 1:  
Règles générales**

**Low-voltage fuses –**

**Part 1:  
General requirements**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60269-1:1998

## Numéros des publications

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

## Publications consolidées

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

## Validité de la présente publication

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

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

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

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

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

## Numbering

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

## Consolidated publications

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

## Validity of this publication

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

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

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

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

## Terminology, graphical and letter symbols

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

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

- See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60269-1**

Troisième édition  
Third edition  
1998-12

---

---

**Fusibles basse tension –**

**Partie 1:  
Règles générales**

**Low-voltage fuses –**

**Part 1:  
General requirements**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XB**

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

# SOMMAIRE

|   | Pages |
|---|-------|
| AVANT-PROPOS .....  | 6     |
| Articles  |       |
| 1 Généralités .....   | 10    |
| 1.1 Domaine d'application et objet .....  | 10    |
| 1.2 Références normatives .....   | 12    |
| 2 Définitions .....   | 14    |
| 2.1 Fusibles et leurs éléments constitutifs .....   | 14    |
| 2.2 Termes généraux .....   | 16    |
| 2.3 Grandeurs caractéristiques .....  | 20    |
| 3 Conditions de fonctionnement en service .....   | 26    |
| 3.1 Température de l'air ambiant ( $T_a$ ) .....  | 26    |
| 3.2 Altitude .....  | 26    |
| 3.3 Conditions atmosphériques .....   | 26    |
| 3.4 Tension .....   | 26    |
| 3.5 Courant .....   | 28    |
| 3.6 Fréquence, facteur de puissance et constante de temps .....   | 28    |
| 3.7 Conditions d'installation .....   | 28    |
| 3.8 Catégorie d'emploi .....  | 28    |
| 3.9 Sélectivité des éléments de remplacement .....  | 28    |
| 4 Classification .....  | 28    |
| 5 Caractéristiques des fusibles .....   | 28    |
| 5.1 Énumération des caractéristiques .....  | 30    |
| 5.2 Tension assignée .....  | 30    |
| 5.3 Courant assigné .....   | 32    |
| 5.4 Fréquence assignée (voir 6.1 et 6.2) .....  | 32    |
| 5.5 Puissance dissipée assignée d'un élément de remplacement et<br>puissance dissipable assignée pour un ensemble porteur ..... | 32    |
| 5.6 Limites des caractéristiques temps-courant .....  | 32    |
| 5.7 Zone de coupure et pouvoir de coupure .....   | 36    |
| 5.8 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé et $I^2t$ .....   | 38    |
| 6 Marquage .....  | 40    |
| 6.1 Marques et indications des ensembles porteurs .....   | 40    |
| 6.2 Marques et indications des éléments de remplacement .....   | 40    |
| 6.3 Symboles d'identification .....   | 40    |
| 7 Conditions normales d'établissement .....   | 42    |
| 7.1 Réalisation mécanique .....   | 42    |
| 7.2 Qualités isolantes .....  | 44    |
| 7.3 Echauffement, puissance dissipée de l'élément de remplacement<br>et puissance dissipable pour l'ensemble porteur .....      | 44    |

# CONTENTS

|   | Page |
|---|------|
| FOREWORD .....  | 7    |
| Clause  |      |
| 1 General .....   | 11   |
| 1.1 Scope and object .....  | 11   |
| 1.2 Normative references .....  | 13   |
| 2 Definitions .....   | 15   |
| 2.1 Fuses and their component parts .....   | 15   |
| 2.2 General terms .....   | 17   |
| 2.3 Characteristic quantities .....   | 21   |
| 3 Conditions for operation in service .....   | 27   |
| 3.1 Ambient air temperature ( $T_a$ ) .....   | 27   |
| 3.2 Altitude .....  | 27   |
| 3.3 Atmospheric conditions .....  | 27   |
| 3.4 Voltage .....   | 27   |
| 3.5 Current .....   | 29   |
| 3.6 Frequency, power factor and time constant .....   | 29   |
| 3.7 Conditions of installation .....  | 29   |
| 3.8 Utilization category .....  | 29   |
| 3.9 Discrimination of fuse-links .....  | 29   |
| 4 Classification .....  | 29   |
| 5 Characteristics of fuses .....  | 29   |
| 5.1 Summary of characteristics .....  | 31   |
| 5.2 Rated voltage .....   | 31   |
| 5.3 Rated current .....   | 33   |
| 5.4 Rated frequency (see 6.1 and 6.2) .....   | 33   |
| 5.5 Rated power dissipation of a fuse-link and rated power acceptance<br>of a fuse-holder .....           | 33   |
| 5.6 Limits of time-current characteristics .....  | 33   |
| 5.7 Breaking range and breaking capacity .....  | 37   |
| 5.8 Cut-off current and $I^2t$ characteristics .....  | 39   |
| 6 Markings .....  | 41   |
| 6.1 Markings of fuse-holders .....  | 41   |
| 6.2 Markings of fuse-links .....  | 41   |
| 6.3 Marking symbols .....   | 41   |
| 7 Standard conditions for construction .....  | 43   |
| 7.1 Mechanical design .....   | 43   |
| 7.2 Insulating properties .....   | 45   |
| 7.3 Temperature rise, power dissipation of the fuse-link and power acceptance<br>of the fuse-holder ..... | 45   |

| Articles  | Pages |
|---|-------|
| 7.4 Fonctionnement.....   | 46    |
| 7.5 Pouvoir de coupure.....   | 48    |
| 7.6 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé .....   | 50    |
| 7.7 Caractéristiques $I^2t$ .....   | 50    |
| 7.8 Sélectivité en cas de surintensités des éléments de remplacement .....  | 52    |
| 7.9 Protection contre les chocs électriques .....   | 52    |
| 7.10 Résistance à la chaleur.....   | 54    |
| 7.11 Résistance mécanique.....  | 54    |
| 7.12 Résistance à la corrosion.....   | 54    |
| 7.13 Résistance à la chaleur excessive et au feu .....  | 54    |
| 7.14 Compatibilité électromagnétique .....  | 54    |
| 8 Essais .....  | 54    |
| 8.1 Généralités.....  | 54    |
| 8.2 Vérification des qualités isolantes .....   | 66    |
| 8.3 Vérification des limites d'échauffement et de la puissance dissipée .....   | 68    |
| 8.4 Vérification du fonctionnement.....   | 74    |
| 8.5 Vérification du pouvoir de coupure .....  | 80    |
| 8.6 Vérification de la caractéristique d'amplitude du courant coupé .....   | 92    |
| 8.7 Vérification des caractéristiques $I^2t$ et sélectivité en cas de surintensité.....   | 92    |
| 8.8 Vérification du degré de protection des enveloppes.....   | 94    |
| 8.9 Vérification de la résistance à la chaleur .....  | 94    |
| 8.10 Vérification de la non-détérioration des contacts .....  | 94    |
| 8.11 Essais mécaniques et divers.....   | 96    |
| Figures.....  | 104   |
| Annexe A (informative) Mesure du facteur de puissance d'un court-circuit.....   | 120   |
| Annexe B (informative) Calcul des valeurs $I^2t$ de préarc pour les éléments<br>de remplacement «gG», «gM», «gD» et «gN» .....                                      | 126   |
| Annexe C (informative) Calcul de la caractéristique de courant coupé limité-durée .....   | 128   |
| Annexe D (informative) Influence de la température de l'air ambiant<br>et des conditions d'installation sur le fonctionnement<br>des éléments de remplacement ..... | 136   |

| Clause  | Page |
|---|------|
| 7.4 Operation .....   | 47   |
| 7.5 Breaking capacity .....   | 49   |
| 7.6 Cut-off current characteristic.....   | 51   |
| 7.7 $I^2t$ characteristics .....  | 51   |
| 7.8 Overcurrent discrimination of fuse-links .....  | 53   |
| 7.9 Protection against electric shock.....  | 53   |
| 7.10 Resistance to heat.....  | 55   |
| 7.11 Mechanical strength.....   | 55   |
| 7.12 Resistance to corrosion .....  | 55   |
| 7.13 Resistance to abnormal heat and fire .....   | 55   |
| 7.14 Electromagnetic compatibility.....   | 55   |
| 8 Tests .....   | 55   |
| 8.1 General .....   | 55   |
| 8.2 Verification of the insulating properties.....  | 67   |
| 8.3 Verification of temperature rise and power dissipation .....  | 69   |
| 8.4 Verification of operation .....   | 75   |
| 8.5 Verification of the breaking capacity.....  | 81   |
| 8.6 Verification of the cut-off current characteristics .....   | 93   |
| 8.7 Verification of $I^2t$ characteristics and overcurrent discrimination.....  | 93   |
| 8.8 Verification of the degree of protection of enclosures .....  | 95   |
| 8.9 Verification of resistance to heat.....   | 95   |
| 8.10 Verification of non-deterioration of contacts .....  | 95   |
| 8.11 Mechanical and miscellaneous tests .....   | 97   |
| Figures .....   | 105  |
| Annex A (informative) Measurement of short-circuit power factor .....   | 121  |
| Annex B (informative) Calculation of pre-arcing $I^2t$ values for "gG", "gM", "gD"<br>and "gN" fuse-links.....          | 127  |
| Annex C (informative) Calculation of cut-off current-time characteristic .....  | 129  |
| Annex D (informative) Effect of change of ambient temperature or surroundings<br>on the performance of fuse-links ..... | 137  |



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## FUSIBLES BASSE TENSION –

## Partie 1: Règles générales

## AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60269-1 a été établie par le sous-comité 32B: Coupe-circuit à fusibles à basse tension, du comité d'études 32 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition publiée en 1986, l'amendement 1 (1994) et l'amendement 2 (1995), et en constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la deuxième édition, des amendements 1 et 2 et des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 32B/308/FDIS | 32B/316/RVD     |

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

Les annexes A, B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

Les parties suivantes composent la nouvelle version de la CEI 60269: Fusibles à basse tension:

Partie 1: Règles générales (CEI 60269-1)

Partie 2: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels) (CEI 60269-2)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE FUSES –

Part 1: General requirements

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 60269-1 has been prepared by subcommittee 32B: Low-voltage fuses, of IEC technical committee 32: Fuses.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1986, amendment 1 (1994) and amendment 2 (1995), and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the second edition, amendments 1 and 2 and the following documents:

| FDIS         | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 32B/308/FDIS | 32B/316/RVD      |

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

Annexes A, B, C and D are for information only.

The new edition of IEC 60269: Low-voltage fuses, is divided into the following parts:

- Part 1: General requirements (IEC 60269-1)
- Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) (IEC 60269-2)

- Partie 2-1: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels) – Sections I à V: Exemples de fusibles normalisés (CEI 60269-2-1)
- Partie 3: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes non qualifiées (fusibles pour usages essentiellement domestiques et analogues) (CEI 60269-3)
- Partie 3-1: Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes non qualifiées (fusibles pour usages essentiellement domestiques et analogues) – Section I à IV (CEI 60269-3-1)
- Partie 4: Prescriptions supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des dispositifs à semi-conducteurs (CEI 60269-4)

- Part 2-1: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Sections I to V: Examples of types of standardized fuses (IEC 6029-2-1)
- Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) (IEC 60269-3)
- Part 3-1: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) – Sections I to IV (IEC 60629-3-1)
- Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices (IEC 60269-4)

## FUSIBLES BASSE TENSION –

### Partie 1: Règles générales

#### 1 Généralités

##### 1.1 Domaine d'application et objet

La présente norme est applicable aux fusibles avec éléments de remplacement limiteurs de courant à fusion enfermée et à pouvoir de coupure égal ou supérieur à 6 kA, destinés à assurer la protection des circuits à courant alternatif à fréquence industrielle dont la tension nominale ne dépasse pas 1 000 V, ou des circuits à courant continu dont la tension nominale ne dépasse pas 1 500 V.

Des parties subséquentes, auxquelles la présente norme se réfère, énonceront des règles supplémentaires applicables aux fusibles prévus pour des conditions d'utilisation ou des applications particulières.

Les éléments de remplacement destinés à être utilisés dans les combinaisons selon la CEI 60947-3 devraient répondre aux présentes règles.

NOTE 1 – Pour les éléments de remplacement «a», les conditions de fonctionnement (voir 2.2.4) en courant continu devraient faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

NOTE 2 – Les modifications et compléments à la présente norme, nécessaires pour certains types de fusibles destinés à des applications particulières – par exemple certains fusibles pour véhicules de traction électrique ou pour circuits à haute fréquence – feront, au besoin, l'objet de normes particulières.

NOTE 3 – La présente norme ne s'applique pas aux fusibles miniatures, ceux-ci faisant l'objet de la CEI 60127.

La présente norme a pour objet de préciser les caractéristiques des fusibles ou de leurs parties (socle, porte-fusible, élément de remplacement) de manière à permettre leur remplacement par d'autres fusibles ou parties de fusibles ayant les mêmes caractéristiques, à condition qu'ils soient interchangeables en ce qui concerne leurs dimensions. A cette fin, elle traite en particulier:

- des caractéristiques suivantes des fusibles
  - a) leur valeurs assignées;
  - b) leur isolation;
  - c) leurs échauffements en service normal;
  - d) leurs puissance dissipée et dissipable;
  - e) leurs caractéristiques temps-courant;
  - f) leur pouvoir de coupure;
  - g) leur caractéristique d'amplitude du courant coupé et leurs caractéristiques  $I^2t$ .
- des essais de type destinés à vérifier les caractéristiques des fusibles;
- des indications à porter sur les fusibles.

## LOW-VOLTAGE FUSES –

### Part 1: General requirements

#### 1 General

##### 1.1 Scope and object

This standard is applicable to fuses incorporating enclosed current-limiting fuse-links with rated breaking capacities of not less than 6 kA, intended for protecting power-frequency a.c. circuits of nominal voltages not exceeding 1 000 V or d.c. circuits of nominal voltages not exceeding 1 500 V.

Subsequent parts of this standard, referred to herein, cover supplementary requirements for such fuses intended for specific conditions of use or applications.

Fuse-links intended to be included in fuse-switch combinations according to IEC 60947-3 should also comply with the following requirements.

NOTE 1 – For "a" fuse-links, details of performance (see 2.2.4) on d.c. circuits should be subject to agreement between user and manufacturer.

NOTE 2 – Modifications of, and supplements to, this standard required for certain types of fuses for particular applications – for example certain fuses for rolling stock, or fuses for high-frequency circuits – will be covered, if necessary, by separate standards.

NOTE 3 – This standard does not apply to miniature fuses, these being covered by IEC 60127.

The object of this standard is to establish the characteristics of fuses or parts of fuses (fuse-base, fuse-carrier, fuse-link) in such a way that they can be replaced by other fuses or parts of fuses having the same characteristics provided that they are interchangeable as far as their dimensions are concerned. For this purpose, this standard refers in particular to:

- the following characteristics of fuses:
  - a) their rated values;
  - b) their insulation;
  - c) their temperature rise in normal service;
  - d) their power dissipation and acceptance;
  - e) their time/current characteristics;
  - f) their breaking capacity;
  - g) their cut-off current characteristics and their  $I^2t$  characteristics.
- type test for verification of the characteristics of fuses;
- the marking of fuses.

## 1.2 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 60269. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60269 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050(411):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60127, *Coupe-circuit miniatures*

CEI 60269-2:1986, *Fusibles basse tension – Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels)*

CEI 60291:1969, *Définitions relatives aux coupe-circuit à fusibles*

CEI 60291A:1974, *Premier complément*

CEI 60364-3:1993, *Installations électriques des bâtiments – Troisième partie: Détermination des caractéristiques générales*

CEI 60364-5-523:1983, *Installations électriques des bâtiments – Cinquième partie: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Chapitre 52: Canalisations – Section 523: Courants admissibles*

CEI 60947-3:1998, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

CEI 60417:1973, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60584-1:1995, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Tables de référence*

CEI 60695-2-1/0:1994, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1/feuille 0: Méthode d'essai au fil incandescent – Généralités*

CEI 60695-2-1/1: *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1/feuille 1: Essai au fil incandescent sur produits finis et guide*

CEI 60695-2-1/2:1994, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1/feuille 2: Essai d'inflammabilité au fil incandescent sur matériaux*

CEI 60692-2-1/3:1994, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2: Méthodes d'essai – Section 1/feuille 3: Essai d'allumabilité au fil incandescent sur matériaux*

ISO 3:1973, *Nombres normaux – Série de nombres normaux*

ISO 478:1974, *Papier – Dimensions brutes de stock pour la série A-ISO – Série principale ISO*

ISO 593:1974, *Papier – Dimensions brutes de stock pour la série A-ISO – Série complémentaire ISO*

ISO 4046:1978, *Papier, carton, pâtes et termes annexes – Vocabulaire – Edition bilingue*

## 1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60269. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60269 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

IEC 60050(411):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60127, *Cartridge fuse-links for miniature fuses*

IEC 60269-2:1986, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)*

IEC 60291:1969, *Fuse definitions*

IEC 60291A:1974, *First supplement*

IEC 60364-3:1993, *Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics*

IEC 60364-5-523:1983, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 52: Wiring system – Section 523: Current-carrying capacities*

IEC 60947-3:1998, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 60417:1973, *Graphical symbols for use on equipment – Index, survey and compilation of the single sheets*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (Code IP)*

IEC 60584-1:1995, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*

IEC 60695-2-1/0:1994, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 0: Glow-wire test methods – General*

IEC 60695-2-1/1:1994, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 1: Glow-wire end-product test and guidance*

IEC 60695-2-1/2:1994, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 2: Glow-wire flammability test on materials*

IEC 60695-2-1/3:1994, *Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 3: Glow-wire ignitability test on materials*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

ISO 478:1974, *Paper – Untrimmed stock sizes for the ISO-A series – ISO primary range*

ISO 593:1974, *Paper – Untrimmed stock size for the ISO-A series – ISO supplementary range*

ISO 4046:1978, *Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary – Bilingual edition*



## 2 Définitions

NOTE – Pour les définitions générales relatives aux fusibles voir également la CEI 60291 et la CEI 60050-441.

Les définitions ci-après sont applicables pour la présente norme.

### 2.1 Fusibles et leurs éléments constitutifs

#### 2.1.1

##### **fusible**

appareil qui, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet, ouvre le circuit dans lequel il est installé en interrompant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée. Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet

#### 2.1.2

##### **ensemble porteur**

combinaison d'un socle et de son porte-fusible. (Lorsque, dans la présente norme, on utilise le terme «ensemble porteur», il désigne le socle et/ou le porte-fusible, s'il n'est pas nécessaire de faire une distinction nette entre les deux.)

##### 2.1.2.1

##### **socle**

partie fixe d'un fusible munie de contacts, de bornes et d'enveloppes, si applicable

##### 2.1.2.2

##### **porte-fusible**

partie mobile d'un fusible destinée à recevoir l'élément de remplacement

#### 2.1.3

##### **élément de remplacement**

partie d'un fusible comprenant le ou les éléments fusibles et destinée à être remplacée après fonctionnement du fusible

#### 2.1.4

##### **contact du fusible**

deux ou plusieurs parties conductrices destinées à assurer la continuité électrique entre un élément de remplacement et l'ensemble porteur correspondant

#### 2.1.5

##### **élément fusible**

partie d'un élément de remplacement destinée à fondre lors du fonctionnement du fusible. L'élément de remplacement peut comporter plusieurs éléments fusibles montés en parallèle

#### 2.1.6

##### **indicateur de fusion (indicateur)**

dispositif prévu pour indiquer si le fusible a fonctionné

#### 2.1.7

##### **percuteur**

dispositif mécanique faisant partie de l'élément de remplacement et qui, lors du fonctionnement du fusible, libère l'énergie requise pour faire fonctionner d'autres appareils ou dispositifs indicateurs ou pour effectuer un verrouillage

## 2 Definitions

NOTE – For general definitions concerning fuses, see also IEC 60291 and IEC 60050-441.

For the purpose of this standard, the following definitions shall apply.

### 2.1 Fuses and their component parts

#### 2.1.1

##### **fuse**

device that by the fusing of one or more of its specially designed and proportioned components opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when this exceeds a given value for a sufficient time. The fuse comprises all the parts that form the complete device

#### 2.1.2

##### **fuse-holder**

combination of the fuse-base with its fuse-carrier. (Where in this standard the term "fuse-holder" is used, it covers fuse-bases and/or fuse-carriers, if no clearer distinction is necessary)

##### 2.1.2.1

##### **fuse-base (fuse-mount)**

fixed part of a fuse provided with contacts, terminals and covers, where applicable

##### 2.1.2.2

##### **fuse-carrier**

movable part of a fuse designed to carry a fuse-link

#### 2.1.3

##### **fuse-link**

part of a fuse including the fuse-element(s), intended to be replaced after the fuse has operated

#### 2.1.4

##### **fuse-contact**

two or more conductive parts designed to ensure circuit continuity between a fuse-link and the corresponding fuse-holder

#### 2.1.5

##### **fuse-element**

part of a fuse-link designed to melt when the fuse operates. The fuse-link may comprise several fuse-elements in parallel

#### 2.1.6

##### **indicating device (indicator)**

device provided to indicate whether the fuse has operated

#### 2.1.7

##### **striker**

mechanical device forming part of a fuse-link which, when the fuse operates, releases the energy required to cause operation of other apparatus or indicators or to provide interlocking

**2.1.8****borne**

partie conductrice d'un fusible prévue pour la connexion électrique avec des circuits extérieurs

NOTE – On peut distinguer les bornes selon le type de circuit auquel elles appartiennent (par exemple borne principale, borne de terre, etc.) et aussi selon leur conception (par exemple borne à vis, borne à fiche, etc.).

**2.1.9****élément de remplacement conventionnel d'essai**

élément de remplacement d'essai à puissance dissipée et de dimensions définies

**2.1.10****socle conventionnel d'essai**

socle d'essai défini

**2.1.11****élément de calibrage**

partie supplémentaire d'un socle destinée à assurer un degré de non-interchangeabilité

**2.2 Termes généraux****2.2.1****élément de remplacement à fusion enfermée**

élément de remplacement dans lequel le ou les éléments fusibles sont totalement enfermés, de sorte qu'au cours du fonctionnement à l'intérieur de ses caractéristiques assignées il ne peut provoquer aucun effet nuisible externe dû, par exemple, au développement d'un arc, à l'émission de gaz ou à la projection de flammes ou de particules métalliques

**2.2.2****élément de remplacement limiteur de courant**

élément de remplacement qui, pendant et par son fonctionnement dans une zone de courants spécifiés, limite le courant à une valeur sensiblement inférieure à la valeur de crête du courant présumé

**2.2.3****élément de remplacement «g» (antérieurement: «à usage général»)**

élément de remplacement limiteur de courant capable d'interrompre, dans des conditions spécifiées, tous courants qui provoquent la fusion de l'élément fusible jusqu'à son pouvoir de coupure assigné

**2.2.4****élément de remplacement «a» (antérieurement: «d'accompagnement»)**

élément de remplacement limiteur de courant capable d'interrompre, dans des conditions spécifiées, tous courants compris entre la valeur minimale du courant indiquée sur sa caractéristique temps de fonctionnement/courant ( $k_2 I_n$  en figure 2) et son pouvoir de coupure assigné

NOTE – Les éléments de remplacement «a» sont généralement utilisés pour assurer la protection contre les courts-circuits. S'il y a lieu d'assurer la protection contre des surintensités inférieures à la valeur  $k_2 I_n$  en figure 2, ils sont utilisés avec un autre appareil de connexion approprié conçu pour interrompre de telles surintensités de faible valeur.

**2.2.5****températures****2.2.5.1****température de l'air ambiant ( $T_a$ )**

température de l'air extérieur au fusible (à 1 m de distance environ de celui-ci ou de son coffret, s'il existe)

**2.1.8****terminal**

conductive part of a fuse provided for electric connection to external circuits

NOTE – Terminals may be distinguished according to the kind of circuits for which they are intended (e.g. main terminal, earth terminal, etc.) and also according to their design (e.g. screw terminal, plug terminal, etc.).

**2.1.9****dummy fuse-link**

test fuse-link with defined power dissipation and dimensions

**2.1.10****test rig**

defined test fuse-base

**2.1.11****gauge-piece**

additional part of a fuse-base intended to achieve a degree of non-interchangeability

**2.2 General terms****2.2.1****enclosed fuse-link**

fuse-link in which the fuse-element(s) is (are) totally enclosed, so that during operation within its rating it cannot produce any harmful external effects, e.g. due to development of an arc, the release of gas or the ejection of flame or metallic particles

**2.2.2****current-limiting fuse-link**

fuse-link that during and by its operation in a specified current range, limits the current to a substantially lower value than the peak value of the prospective current

**2.2.3****"g" fuse-link (formerly general purpose fuse-link)**

current-limiting fuse-link capable of breaking under specified conditions all currents which cause melting of the fuse-element up to its rated breaking capacity

**2.2.4****"a" fuse-link (formerly back-up fuse-link)**

current-limiting fuse-link capable of breaking under specified conditions all currents between the lowest current indicated on its operating time-current characteristic ( $k_2 I_n$  in figure 2) and its rated breaking capacity

NOTE – "a" fuse-links are generally used to provide short-circuit protection. Where protection is required against over-currents less than  $k_2 I_n$  in figure 2, they are used in conjunction with another suitable switching device designed to interrupt such small overcurrents.

**2.2.5****temperatures****2.2.5.1****ambient air temperature ( $T_a$ )**

temperature of the air surrounding the fuse (at a distance of about 1 m from the fuse or its enclosure, if any)

**2.2.5.2****température du fluide environnant ( $T_{\theta}$ )**

température du fluide refroidissant l'élément (contact, borne, etc.). C'est la somme de la température de l'air ambiant  $T_a$  et de l'échauffement  $\Delta T_{\theta}$  par rapport à la température ambiante du fluide intérieur entourant les composants du fusible (contact, borne, etc.). S'il n'est pas enfermé,  $T_{\theta}$  est prise égale à  $T_a$

**2.2.5.3****température de l'élément ( $T$ )**

la température de l'élément (contact, borne, etc.)  $T$  est celle que l'on mesure sur cet élément

**2.2.6****sélectivité lors d'une surintensité**

coordination entre les caractéristiques considérées de deux ou plusieurs dispositifs de protection à maximum de courant de telle façon qu'à l'apparition de surintensités dans des limites données le dispositif prévu pour fonctionner entre ces limites fonctionne, tandis que le ou les autres ne fonctionnent pas

**2.2.7****système de fusibles**

famille de fusibles construits suivant les mêmes principes physiques et ce qui concerne la forme des éléments de remplacement, le type des contacts, etc.

**2.2.8****taille**

série de dimensions spécifiées de fusibles à l'intérieur d'un système de fusibles. Chaque taille couvre une zone de courants assignés donnée à l'intérieur de laquelle les dimensions normalisées des fusibles restent inchangées

**2.2.9****série homogène d'éléments de remplacement**

série d'éléments de remplacement d'une taille donnée dont chacun ne diffère de l'autre que par des caractéristiques telles que, pour un essai donné, l'essai d'un ou d'un nombre réduit d'éléments de remplacement déterminés de cette série peut être considéré comme représentatif de tous les éléments de remplacement de la série (voir 8.1.5.2)

NOTE - Les caractéristiques par lesquelles un élément de remplacement d'une série homogène peut différer des autres ainsi que le choix de l'élément de remplacement à soumettre aux essais seront indiquées en fonction des essais considérés (voir tableaux 7B et 7C).

**2.2.10****catégorie d'emploi (d'un élément de remplacement)**

ensemble de prescriptions spécifiées relatives aux conditions dans lesquelles l'élément de remplacement doit remplir son office, choisies pour représenter un groupe caractéristique d'applications pratiques (voir 5.7.1)

**2.2.11****fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (antérieurement: coupe-circuit pour usages industriels)**

fusibles destinés à être utilisés dans des installations dans lesquelles les éléments de remplacement ne sont accessibles qu'à des personnes habilitées et ne peuvent être remplacés que par elles

NOTE 1 - La non-interchangeabilité et la protection contre les contacts accidentels avec les parties sous tension peuvent ne pas être assurées par des dispositions de construction.

**2.2.5.2****fluid environment temperature ( $T_e$ )**

temperature of the fluid cooling the fuse-components (contact, terminal, etc.). It is the sum of the ambient air temperature  $T_a$  and the temperature rise  $\Delta T_e$  with respect to the ambient temperature of the internal fluid in contact with the fuse-components (contact, terminal, etc.) if the latter is in an enclosure. If it is not in an enclosure, it is assumed that  $T_e$  is equal to  $T_a$

**2.2.5.3****fuse-component temperature ( $T$ )**

fuse-component (contact, terminal, etc.) temperature  $T$  is that of the relevant part

**2.2.6****overcurrent discrimination**

co-ordination of the relevant characteristics of two or more overcurrent protective devices such that, on the occurrence of overcurrents within stated limits, the device intended to operate within these limits does so, while the other(s) do(es) not

**2.2.7****fuse-system**

family of fuses following the same physical design principles with respect to the shape of the fuse-links, type of contact, etc.

**2.2.8****size**

specified set of dimensions of fuses within a fuse-system. Each individual size covers a given range of rated currents for which the specified dimensions of the fuses remain unchanged

**2.2.9****homogeneous series of fuse-links**

series of fuse-links, within a given size, differing from each other only in such characteristics that for a given test, the testing of one or a reduced number of particular fuse-links of that series may be taken as representative for all the fuse-links of the series itself (see 8.1.5.2)

NOTE – The characteristics by which the fuse-links of a homogeneous series may differ and details on which of the fuse-links shall be tested are specified in association with the tests concerned (see tables 7B and 7C).

**2.2.10****utilization category (of a fuse link)**

combination of specified requirements related to the conditions in which the fuse-link fulfils its purpose, selected to represent a characteristic group of practical applications (see 5.7.1)

**2.2.11****fuses for use by authorized persons (formerly called fuses for industrial application)**

fuses intended to be used in installations where the fuse-links are accessible to and intended to be replaced by authorized persons only

NOTE 1 – Non-interchangeability and protection against accidental contact with live parts need not necessarily be ensured by constructional means.

NOTE 2 – Par «personnes habilitées», on entend les personnes appartenant aux catégories BA4 «averties\*» et BA5 «qualifiées\*\*» selon la CEI 60364-3.

## 2.2.12

**fusibles destinés à être utilisés par des personnes non qualifiées** (antérieurement coupe-circuit pour usages domestiques et analogues)

fusibles destinés à être utilisés dans des installations dans lesquelles les éléments de remplacement sont accessibles à des personnes non qualifiées et peuvent être remplacés par elles

NOTE – Dans le cas de ces fusibles, il est recommandé d'assurer la protection contre les contacts directs avec les parties sous tension; le cas échéant, il peut s'avérer nécessaire de prescrire leur non-interchangeabilité.

## 2.2.13

**non-interchangeabilité**

restrictions quant à la forme, aux dimensions ou aux deux pour éviter, sur un socle déterminé, l'utilisation par mégarde d'éléments de remplacement ayant des caractéristiques électriques autres que celles assurant le degré de protection voulu

## 2.3 Grandeurs caractéristiques

### 2.3.1

**caractéristiques assignées**

terme général employé pour désigner chacune des valeurs caractéristiques qui définissent ensemble les conditions de fonctionnement d'après lesquelles les essais sont déterminés et pour lesquelles le matériel a été établi

NOTE – Les valeurs assignées généralement indiquées pour les fusibles basse tension sont les suivantes: tension, courant, pouvoir de coupure, puissance dissipée et dissipable, et fréquence, s'il y a lieu. Dans le cas du courant alternatif, la tension assignée et le courant assigné indiqués sont les valeurs efficaces périodiques; dans le cas du courant continu, s'il y a des ondulations, la tension assignée s'entend pour la valeur moyenne, le courant assigné pour la valeur efficace. Sauf indication contraire, cela s'applique à toute valeur de la tension et du courant.

### 2.3.2

**courant présumé d'un circuit** (dans le cas d'un fusible)

courant qui circulerait dans le circuit si un fusible s'y trouvant inséré était remplacé par une connexion d'impédance négligeable.

Le courant présumé est la grandeur à laquelle se rapportent normalement le pouvoir de coupure et les caractéristiques du fusible, par exemple les caractéristiques  $I^2t$  et d'amplitude du courant coupé (voir 8.5.7)

### 2.3.3

**balises**

valeurs limites à l'intérieur desquelles doivent se trouver les caractéristiques, par exemple les caractéristiques temps-courant

### 2.3.4

**pouvoir de coupure d'un élément de remplacement**

valeur (en courant alternatif la valeur efficace de la composante alternative) du courant présumé qu'un élément de remplacement est capable d'interrompre sous une tension spécifiée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

### 2.3.5

**zone de coupure**

zone de courants présumés à l'intérieur de laquelle le pouvoir de coupure d'un élément de remplacement est assuré

\* Averties: personnes suffisamment informées ou surveillées par des personnes qualifiées leur permettant d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité (agents d'entretien ou d'exploitation).

\*\* Qualifiées: personnes ayant des connaissances techniques ou une expérience suffisante leur permettant d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité (ingénieurs et techniciens).

NOTE 2 – Authorized person is understood to have the meaning defined for categories BA4 "Instructed"\* and BA5 "Skilled"\*\* in IEC 60364-3.

### 2.2.12

**fuses for use by unskilled persons** (formerly called fuses for domestic and similar applications)

fuses intended to be used in installations where the fuse-links are accessible to and can be replaced by unskilled persons

NOTE – For these fuses protection against direct contact with live parts is recommended and non-interchangeability may be required, if necessary

### 2.2.13

**non-interchangeability**

limitations on shape and/or dimensions with the object of avoiding in a specific fuse-base the inadvertent use of fuse-links having electrical characteristics other than those ensuring the desired degree of protection

## 2.3 Characteristic quantities

### 2.3.1

**rating**

general term employed to designate the characteristic values that together define the working conditions upon which the tests are based and for which the equipment is designed

NOTE – Rated values usually stated for low-voltage fuses are: voltage, current, breaking capacity, power dissipation and acceptance and frequency, where applicable. In the case of a.c., rated voltage and rated current are stated as r.m.s. symmetrical values; in the case of d.c., when ripple is present, the rated voltage is stated as a mean value, the rated current as an r.m.s. value. The above applies to any value of voltage and current, if not indicated otherwise.

### 2.3.2

**prospective current of a circuit** (with respect to a fuse)

current that would flow in a circuit if a fuse situated therein were replaced by a link of negligible impedance.

The prospective current is the quantity to which the breaking capacity and characteristics of the fuse are normally referred, e.g.  $I^2t$  and cut-off current characteristics (see 8.5.7)

### 2.3.3

**gate**

limiting values within which the characteristics, for example time-current characteristics, shall be obtained

### 2.3.4

**breaking capacity of a fuse-link**

value (for a.c. the r.m.s. value of the a.c. component) of prospective current that a fuse-link is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

### 2.3.5

**breaking range**

breaking range is a range of prospective currents within which the breaking capacity of a fuse-link is assured

\* Instructed: Persons adequately advised or supervised by skilled persons to enable them to avoid dangers which electricity may create (operating and maintenance staff).

\*\* Skilled: Persons with technical knowledge or sufficient experience to enable them to avoid dangers which electricity may create (engineers and technicians).



**2.3.6****courant coupé limité**

valeur instantanée maximale du courant atteinte pendant le fonctionnement d'un élément de remplacement quand il fonctionne de manière à empêcher le courant d'atteindre la valeur maximale qu'il atteindrait autrement

**2.3.7****caractéristique d'amplitude du courant coupé**

courbe donnant, pour des conditions déterminées de fonctionnement, la valeur du courant coupé limité en fonction du courant présumé

NOTE – En courant alternatif, les valeurs des courants coupés limités sont des valeurs maximales atteintes quel que soit le degré d'asymétrie.

En courant continu, les valeurs des courants coupés limités sont les valeurs maximales atteintes pour la constante de temps spécifiée.

**2.3.8****valeur de crête du courant admissible (d'un ensemble porteur)**

valeur de crête du courant coupé limité que l'ensemble porteur peut supporter

NOTE – La valeur de crête du courant admissible n'est pas inférieure au courant coupé limité de tout élément de remplacement que l'ensemble porteur est destiné à recevoir.

**2.3.9****durée de préarc**

temps qui s'écoule à partir du moment où commence à circuler un courant suffisant pour faire fondre le ou les éléments fusibles jusqu'à l'instant où un arc commence à se former

**2.3.10****duré d'arc**

intervalle de temps entre l'instant d'amorçage de l'arc et l'instant de l'extinction finale de l'arc

**2.3.11****durée de fonctionnement**

somme de la durée de préarc et de la durée d'arc

**2.3.12****valeur de  $I^2t$  (intégrale de Joule)**

intégrale du carré du courant sur un intervalle de temps donné:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

NOTE 1 – Le  $I^2t$  de préarc est intégrale de  $I^2t$  appliquée à la durée de préarc du fusible.

NOTE 2 – Le  $I^2t$  de fonctionnement est l'intégrale de  $I^2t$  appliquée à la durée de fonctionnement du fusible.

NOTE 3 – L'énergie en joule libérée dans 1  $\Omega$  de résistance dans un circuit protégé par fusible est égale à la valeur du  $I^2t$  de fonctionnement exprimée en  $A^2s$ .

**2.3.13****caractéristique  $I^2t$** 

courbe donnant les valeurs de  $I^2t$  ( $I^2t$  de préarc et/ou de fonctionnement) en fonction de la valeur du courant présumé et pour des conditions de fonctionnement déterminées

**2.3.14****zone de  $I^2t$** 

bande comprise entre la caractéristique  $I^2t$  de préarc minimale et la caractéristique  $I^2t$  de fonctionnement maximale dans des conditions déterminées

**2.3.6****cut-off current**

maximum instantaneous value reached by the current during the breaking operation of a fuse-link when it operates in such a manner as to prevent the current from reaching the otherwise attainable maximum

**2.3.7****cut-off current characteristic**

curve giving the cut-off current as a function of the prospective current under stated conditions of operation

NOTE – In the case of a.c., the value of the cut-off currents are the maximum values reached whatever the degree of asymmetry. In the case of d.c., the values of the cut-off currents are the maximum values reached related to the time constants as specified.

**2.3.8****peak withstand current (of a fuse-holder)**

value of cut-off current that the fuse-holder can withstand

NOTE – The peak withstand current is not less than the highest cut-off current of any fuse-link with which the fuseholder is intended to be associated.

**2.3.9****pre-arcing time**

time between the commencement of a current large enough to cause the fuse-element(s) to melt and the instant when an arc is initiated

**2.3.10****arcing time**

interval of time between the instant of the initiation of the arc and the instant of final arc extinction

**2.3.11****operating time**

sum of the pre-arcing time and the arcing time

**2.3.12** **$I^2t$  (Joule integral)**

integral of the square of the current over a given time:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

NOTE 1 – The pre-arcing  $I^2t$  is the  $I^2t$  integral extended over the pre-arcing time of the fuse.

NOTE 2 – The operating  $I^2t$  is the  $I^2t$  integral extended over the operating time of the fuse.

NOTE 3 – The energy in joules released in 1  $\Omega$  of resistance in a circuit protected by a fuse is equal to the value of the operating  $I^2t$  expressed in  $A^2s$ .

**2.3.13** **$I^2t$  characteristic**

curve giving  $I^2t$  values (pre-arcing  $I^2t$  and/or operating  $I^2t$ ) as a function of prospective current under stated conditions of operation

**2.3.14** **$I^2t$  zone**

range contained by the minimum pre-arcing  $I^2t$  characteristic and the maximum operating  $I^2t$  characteristic, under specified conditions

**2.3.15****courant assigné d'un élément de remplacement ( $I_n$ )**

valeur du courant que l'élément de remplacement est capable de supporter de façon continue dans des conditions déterminées sans détérioration

**2.3.16****caractéristique temps-courant**

courbe donnant, pour des conditions déterminées de fonctionnement, la durée de préarc ou la durée de fonctionnement en fonction du courant présumé

NOTE – Pour des temps supérieurs à 0,1 s, il n'y a en pratique aucune différence entre la durée de préarc et la durée de fonctionnement.

**2.3.17****zone temps-courant**

bande comprise entre la caractéristique temps-courant de durée minimale de préarc et la caractéristique temps-courant de durée maximale de fonctionnement dans des conditions spécifiées

**2.3.18****courant conventionnel de non-fusion ( $I_{nt}$ )**

valeur spécifiée du courant qui peut être supportée par l'élément de remplacement pendant un temps spécifié (temps conventionnel) sans fondre

**2.3.19****courant conventionnel de fusion ( $I_f$ )**

valeur spécifiée du courant qui provoque le fonctionnement de l'élément de remplacement dans un temps spécifié (temps conventionnel)

**2.3.20****courbe de surcharge d'un élément de remplacement «a»**

courbe indiquant le temps pendant lequel un élément de remplacement «a» doit pouvoir supporter le courant considéré sans détérioration (voir 8.4.3.4 et figure 2)

**2.3.21****puissance dissipée d'un élément de remplacement**

puissance libérée dans un élément de remplacement sous son courant assigné et dans des conditions spécifiées

**2.3.22****puissance dissipable pour un ensemble porteur**

valeur maximale de la puissance libérée dans un élément de remplacement que l'ensemble porteur peut admettre dans des conditions spécifiées

**2.3.23****tension de rétablissement**

tension qui apparaît aux bornes d'un fusible après la coupure du courant

NOTE – Cette tension peut être considérée pendant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire (voir 2.3.23.1), suivi d'un second intervalle durant lequel seule existe la tension de rétablissement à la fréquence industrielle ou en courant continu (voir 2.3.23.2).

**2.3.23.1****tension transitoire de rétablissement**

tension de rétablissement tant qu'elle comporte un caractère transitoire appréciable

NOTE 1 – La tension transitoire peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison des deux selon les caractéristiques du circuit et du fusible. Elle tient compte du déplacement du point neutre d'un circuit polyphasé.

NOTE 2 – A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la tension transitoire de rétablissement pour les circuits triphasés est la tension aux bornes du premier pôle qui coupe, car cette tension est généralement plus élevée que celle qui apparaît aux bornes de chacun des deux autres pôles.

**2.3.15****rated current of a fuse-link ( $I_n$ )**

value of current that the fuse-link can carry continuously without deterioration under specified conditions

**2.3.16****time-current characteristic**

curve giving the pre-arcing time or operating time as a function of the prospective current under stated conditions of operation

NOTE – For times longer than 0,1 s, for practical purposes the difference between pre-arcing and operating time is negligible.

**2.3.17****time-current zone**

range contained by the minimum pre-arcing time-current characteristics and the maximum operating time-current characteristic, under specified conditions

**2.3.18****conventional non-fusing current ( $I_{nf}$ )**

value of current specified as that which the fuse-link is capable of carrying for a specified time (conventional time) without melting

**2.3.19****conventional fusing current ( $I_f$ )**

value of current specified as that which causes operation of the fuse-link within a specified time (conventional time)

**2.3.20****overload curve of an "a" fuse-link**

curve showing the time for which an "a" fuse-link shall be able to carry the current without deterioration (see 8.4.3.4 and figure 2)

**2.3.21****power dissipation of a fuse-link**

power released in a fuse-link carrying rated current under specified conditions

**2.3.22****power acceptance of a fuse-holder**

maximum value of power released in a fuse-link which a fuse-holder is designed to tolerate under specified conditions

**2.3.23****recovery voltage**

voltage which appears across the terminals of a fuse after the breaking of the current

NOTE – This voltage may be considered in two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists (see 2.3.23.1) followed by a second one during which only the power frequency or d.c. recovery voltage (see 2.3.23.2) exists.

**2.3.23.1****transient recovery voltage**

recovery voltage during the time in which it has a significant transient character

NOTE 1 – The transient voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of both, depending on the characteristics of the circuit and the fuse. It includes the voltage shift of the neutral of a polyphase circuit.

NOTE 2 – The transient recovery voltage in three-phase circuits is, unless otherwise stated, that which appears across the first pole to clear, because this voltage is generally higher than that which appears across each of the other two poles.

**2.3.23.2****tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu**

tension de rétablissement après la dissipation des phénomènes transitoires de tension

NOTE – La tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en courant continu peut être indiquée en pourcentage de la tension assignée.

**2.3.24****tension d'arc**

valeur instantanée de la tension apparaissant aux bornes du fusible pendant la durée d'arc

**3 Conditions de fonctionnement en service**

Lorsque les conditions ci-après sont applicables, les fusibles répondant à la présente norme sont considérés sans autre façon comme capables de fonctionner correctement. Ces conditions s'appliquent aussi aux essais, sauf dispositions contraires spécifiées à l'article 8.

**3.1 Température de l'air ambiant ( $T_a$ )**

La température de l'air ambiante  $T_a$  (voir 2.2.5.1) n'excède pas 40 °C, sa valeur moyenne mesurée sur une période de 24 h n'excédant pas 35 °C et sa valeur moyenne annuelle étant inférieure.

La valeur minimale de la température de l'air ambiant est de -5 °C.

NOTE 1 – Les caractéristiques temps-courant données se rapportent à une température de l'air ambiant de 20 °C. Ces caractéristiques temps-courant sont également valables pour une température de l'air ambiant d'environ 30 °C.

NOTE 2 – Dans les cas où les conditions de température s'écartent sensiblement de ces valeurs, il y a lieu d'en tenir compte du point de vue du fonctionnement, des échauffements, etc. Voir l'annexe D.

**3.2 Altitude**

L'altitude du lieu d'installation des fusibles n'excède pas 2 000 m au-dessus du niveau de la mer.

**3.3 Conditions atmosphériques**

L'air est propre et son degré d'humidité relative ne dépasse pas 50 % à la température maximale de 40 °C.

Des degrés d'humidité relative plus élevés sont admis à des températures plus basses, par exemple 90 % à 20 °C.

Dans ces conditions, de faibles condensations dues à des variations de température peuvent parfois se produire.

NOTE – Si les fusibles doivent être employés dans des conditions différentes de celles mentionnées en 3.1, 3.2 et 3.3, en particulier à l'extérieur sans protection, il y a lieu de prendre l'avis du constructeur. Cela s'applique également aux cas où des dépôts de sel provenant de la mer ou des dépôts anormaux d'origine industrielle peuvent se produire.

**3.4 Tension**

La valeur maximale de la tension du réseau ne dépasse pas 110 % de la tension assignée du fusible. Dans le cas de courant continu obtenu par redressement du courant alternatif, des ondulations ne doivent pas provoquer de variation supérieure à 5 % ou inférieure à 9 % autour de la valeur moyenne de 110 % de la tension assignée.

**2.3.23.2****power-frequency or d.c. recovery voltage**

recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided

NOTE – The power frequency or d.c. recovery voltage may be referred to as a percentage of the rated voltage.

**2.3.24****arc voltage**

instantaneous value of the voltage which appears across the terminals of a fuse during the arcing time

**3 Conditions for operation in service**

Where the following conditions apply, fuses complying with this standard are deemed capable of operating satisfactorily without further qualification. These conditions also apply for tests except those otherwise specified in clause 8.

**3.1 Ambient air temperature ( $T_a$ )**

The ambient air temperature  $T_a$  (see 2.2.5.1) does not exceed 40 °C, its mean value measured over a period of 24 h does not exceed 35 °C, and its mean value measured over a period of one year is lower.

The minimum value of the ambient air temperature is –5 °C.

NOTE 1 – The time-current characteristics given are related to a reference ambient air temperature of 20 °C. These time-current characteristics also approximately apply to a temperature of 30 °C.

NOTE 2 – In cases where the temperature conditions vary significantly from these values, this should be taken into consideration from the points of view of operation, temperature rise, etc. See annex D.

**3.2 Altitude**

The altitude of the site of installation of the fuses does not exceed 2 000 m above sea level.

**3.3 Atmospheric conditions**

The air is clean and its relative humidity does not exceed 50 % at the maximum temperature of 40 °C.

Higher relative humidities are permitted at lower temperatures, e.g. 90 % at 20 °C.

Under these conditions, moderate condensation may occasionally occur due to variation in temperature.

NOTE – Where fuses are to be used under conditions different from those mentioned in 3.1, 3.2 and 3.3, in particular outdoors without protection, the manufacturer should be consulted. This applies also in cases where deposits of sea salt or abnormal deposits of industrial origin may occur.

**3.4 Voltage**

The system voltage has a maximum value not exceeding 110 % of the rated voltage of the fuse. For d.c. when obtained by rectifying a.c., the ripple shall not cause a variation of more than 5 % above or 9 % below the mean value of 110 % of the rated voltage.

Pour les fusibles de tension assignée de 690 V, la tension maximale du réseau ne doit pas dépasser 105 % de la tension assignée du fusible.

NOTE – L'attention est attirée sur le fait que l'indicateur de fusion ou le percuteur d'un fusible peut ne pas fonctionner si l'élément de remplacement fonctionne sous une tension considérablement inférieure à sa tension assignée (voir 8.4.3.6).

### **3.5 Courant**

Les courants à supporter et à couper se trouvent dans les limites spécifiées en 7.4 et 7.5.

### **3.6 Fréquence, facteur de puissance et constante de temps**

#### **3.6.1 Fréquence**

En courant alternatif, la fréquence est la fréquence assignée de l'élément de remplacement.

#### **3.6.2 Facteur de puissance**

En courant alternatif, le facteur de puissance n'est pas inférieur à la valeur indiquée dans le tableau 12A pour la valeur correspondante du courant présumé.

#### **3.6.3 Constante de temps**

En courant continu, la constante de temps correspond à la valeur indiquée dans le tableau 12B.

Il existe des conditions de service telles que la constante de temps a une valeur supérieure à celle indiquée dans le tableau. Dans un tel cas, il y a lieu d'utiliser un élément de remplacement qui a été essayé pour vérifier qu'il possède la constante de temps requise et qui est marqué en conséquence.

### **3.7 Conditions d'installation**

Le fusible est installé conformément aux indications données par le constructeur.

Lorsque le fusible est susceptible d'être exposé en service à des vibrations ou chocs anormaux, le constructeur devrait être consulté.

### **3.8 Catégorie d'emploi**

Les catégories d'emploi (par exemple «gG») sont indiquées conformément à 5.7.1.

### **3.9 Sélectivité des éléments de remplacement**

La sélectivité pour des temps supérieurs à 0,1 s est indiquée dans les tableaux 2 et 3.

Les valeurs de  $I^2t$  de préarc sont données dans le tableau 6; les valeurs de  $I^2t$  de fonctionnement seront données dans les parties subséquentes, parce qu'elles dépendent du système, de la tension assignée et de l'application du fusible.

## **4 Classification**

Les fusibles sont classés conformément à l'article 5 et aux parties subséquentes.

For fuses rated 690 V the maximum system voltage shall not exceed 105 % of the rated voltage of the fuse.

NOTE – Attention is drawn to the fact that the indicating device or striker of a fuse may not operate if the fuse-link operates at a voltage which is considerably lower than its rated voltage (see 8.4.3.6).

### 3.5 Current

The currents to be carried and to be broken are within the range specified in 7.4 and 7.5.

### 3.6 Frequency, power factor and time constant

#### 3.6.1 Frequency

For a.c. the frequency is the rated frequency of the fuse-link.

#### 3.6.2 Power factor

For a.c. the power factor is not lower than that shown in table 12A, appropriate to the value of prospective current.

#### 3.6.3 Time constant

For d.c. the time constant corresponds to that shown in table 12B.

Some service duties may be found which exceed the limits shown in the table as regards time constant. For such an application, a fuse-link which has been tested to verify that it meets the required time constant and is marked accordingly shall be used.

### 3.7 Conditions of installation

The fuse is installed in accordance with the manufacturer's instructions.

If the fuse is likely to be exposed in service to abnormal vibrations or shocks, the manufacturer should be consulted.

### 3.8 Utilization category

Utilization categories (e.g. "gG") are specified according to 5.7.1.

### 3.9 Discrimination of fuse-links

Limits of discrimination for times greater than 0,1 s are given in tables 2 and 3.

Pre-arcing  $I^2t$  values are given in table 6; operating  $I^2t$  values will be given in subsequent parts, because they are dependent upon the system, the rated voltage and the application of the fuse.

## 4 Classification

Fuses are classified according to clause 5 and the subsequent parts.



## 5 Caractéristiques des fusibles

### 5.1 Énumération des caractéristiques

Les caractéristiques d'un fusible doivent être énumérées dans les termes suivants pour autant que ces termes s'appliquent.

#### 5.1.1 Ensembles porteurs

- a) Tension assignée (voir 5.2)
- b) Courant assigné (voir 5.3.2)
- c) Nature du courant et fréquence assignée, s'il y a lieu (voir 5.4)
- d) Puissance dissipable assignée (voir 5.5)
- e) Dimensions ou taille
- f) Nombre de pôles, s'il y en a plus d'un
- g) Valeur de crête du courant admissible

#### 5.1.2 Éléments de remplacement

- a) Tension assignée (voir 5.2)
- b) Courant assigné (voir 5.3.1)
- c) Nature du courant et fréquence assignée, s'il y a lieu (voir 5.4)
- d) Puissance dissipée assignée (voir 5.5)
- e) Caractéristiques temps-courant (voir 5.6)
- f) Zone de coupure (voir 5.7.1)
- g) Pouvoir de coupure assigné (voir 5.7.2)
- h) Caractéristiques d'amplitude du courant coupé (voir 5.8.1)
- i) Caractéristiques  $I^2t$  (voir 5.8.2)
- k) Dimensions ou taille

#### 5.1.3 Fusibles complets

Degré de protection selon la CEI 60529.

### 5.2 Tension assignée

Pour le courant alternatif, les valeurs normalisées de tensions assignées sont données dans le tableau 1.

Tableau 1 – Valeurs normalisées de la tension assignée alternative d'un fusible

| Série I<br>V | Série II<br>V |
|--------------|---------------|
| 230*         | 120*          |
|              | 208           |
|              | 240           |
|              | 277*          |
| 400*         | 415           |
| 500          | 480*          |
| 690*         | 600           |

5 Characteristics of fuses

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of a fuse shall be stated in the following terms, where such terms are applicable.

5.1.1 Fuse-holders

- a) Rated voltage (see 5.2)
- b) Rated current (see 5.3.2)
- c) Kind of current and rated frequency, if applicable (see 5.4)
- d) Rated power acceptance (see 5.5)
- e) Dimensions or size
- f) Number of poles, if more than one
- g) Peak withstand current

5.1.2 Fuse-links

- a) Rated voltage (see 5.2)
- b) Rated current (see 5.3.1)
- c) Kind of current and rated frequency, if applicable (see 5.4)
- d) Rated power dissipation (see 5.5)
- e) Time-current characteristics (see 5.6)
- f) Breaking range (see 5.7.1)
- g) Rated breaking capacity (see 5.7.2)
- h) Cut-off current characteristics (see 5.8.1)
- i)  $I^2t$  characteristics (see 5.8.2)
- k) Dimensions or size

5.1.3 Complete fuses

Degree of protection according to IEC 60529.

5.2 Rated voltage

For a.c. the standard values of rated voltages are given in table 1.

Table 1 – Standard values of a.c. rated voltages for fuses

| Series I | Series II |
|----------|-----------|
| V        | V         |
| 230*     | 120*      |
|          | 208       |
|          | 240       |
|          | 277*      |
| 400*     | 415       |
| 500      | 480*      |
| 690*     | 600       |

Les valeurs marquées d'un astérisque sont des valeurs normalisées conformément à la CEI 60038. En attendant, les autres valeurs du tableau seront également utilisées.

Pour le courant continu, les valeurs préférentielles des tensions assignées sont les suivantes: 110\* – 125\* – 220\* – 250\* – 440\* – 460 – 500 – 600\* – 750 V.

NOTE – La tension assignée de l'élément de remplacement peut différer de la tension assignée de l'ensemble porteur pour lequel l'élément de remplacement est prévu. La tension assignée du fusible est la valeur la plus basse des tensions assignées de ses parties (ensemble porteur, élément de remplacement).

### 5.3 Courant assigné

#### 5.3.1 Courant assigné de l'élément de remplacement

Le courant assigné, exprimé en ampères, de l'élément de remplacement devrait être choisi parmi les valeurs suivantes:

2 – 4 – 6 – 8 – 10 – 12 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 315 – 400 – 500 – 630 – 800 – 1 000 – 1 250

NOTE 1 – Si des valeurs plus basses ou plus élevées sont nécessaires, il convient de choisir un terme de la série R10 de l'ISO 3.

NOTE 2 – Si, exceptionnellement, il est nécessaire d'adopter une valeur intermédiaire, il convient de choisir un terme de la série R20 de l'ISO 3.

#### 5.3.2 Courant assigné de l'ensemble porteur

Sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, le courant assigné, exprimé en ampères, de l'ensemble porteur devrait être choisi dans la série des courants assignés des éléments de remplacement. Pour les fusibles «gG» et «aM», le courant assigné de l'ensemble porteur est le courant assigné le plus élevé de l'élément de remplacement avec lequel il est destiné à être utilisé.

### 5.4 Fréquence assignée (voir 6.1 et 6.2)

L'absence d'indication relative à la fréquence assignée signifiera que le fusible ne remplit les conditions fixées dans la présente norme que pour des fréquences comprises entre 45 Hz et 62 Hz.

### 5.5 Puissance dissipée assignée d'un élément de remplacement et puissance dissipable assignée pour un ensemble porteur

Sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, la puissance dissipée assignée d'un élément de remplacement est indiquée par le constructeur. Elle ne doit pas être dépassée dans des conditions d'essai déterminées.

Sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, la puissance dissipable assignée pour un ensemble porteur est indiquée par le constructeur. Elle est considérée comme la puissance dissipée maximale que l'ensemble porteur peut accepter dans des conditions d'essai déterminées sans que les valeurs maximales d'échauffement spécifiées soient dépassées.

### 5.6 Limites des caractéristiques temps-courant

Les limites s'entendent pour une température de l'air ambiant  $T_a$  de +20 °C.

#### 5.6.1 Caractéristiques temps-courant, zones temps-courant

Elles dépendent de la conception de l'élément de remplacement ainsi que, pour un élément de remplacement donné, de la température de l'air ambiant et des conditions de refroidissement.

The values marked with an asterisk are standardized values according to IEC 60038. In the meantime, the other values of the table will also be used.

For d.c., the preferred values for rated voltages are given as follows: 110\* – 125\* – 220\* – 250\* – 440\* – 460 – 500 – 600\* – 750 V.

NOTE – The rated voltage of the fuse-link may be a value other than the rated voltage of the fuse-holder in which the fuse-link is to be used. The rated voltage of the fuse is the lowest value of the rated voltages of its parts (fuse-holder, fuse-link).

### 5.3 Rated current

#### 5.3.1 Rated current of the fuse-link

The rated current for the fuse-link, expressed in amperes, should be selected from the following values:

2 – 4 – 6 – 8 – 10 – 12 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 315 – 400 – 500 – 630 – 800 – 1 000 – 1 250

NOTE 1 – If higher or lower values are required, these values should be selected from the series R10 of ISO 3.

NOTE 2 – If, in exceptional cases, it is necessary to choose an intermediate value, this value should be selected from the series R20 of ISO 3.

#### 5.3.2 Rated current of the fuse-holder

The rated current of the fuse-holder, expressed in amperes, should be selected from the series of rated currents of fuse-links if not otherwise specified in subsequent parts. For "gG" and "aM" fuses, the rated current of the fuse-holder represents the highest rated current of the fuse-link with which it is intended to be used.

### 5.4 Rated frequency (see 6.1 and 6.2)

The absence of any marking regarding rated frequency shall imply that the fuse meets the conditions laid down in this standard for frequencies between 45 Hz and 62 Hz only.

### 5.5 Rated power dissipation of a fuse-link and rated power acceptance of a fuse-holder

The rated power dissipation of a fuse-link is stated by the manufacturer if not otherwise specified in subsequent parts. That value shall not be exceeded under specified test conditions.

The rated power acceptance of a fuse-holder is stated by the manufacturer if not otherwise specified in the subsequent parts. It is intended to be the maximum power dissipation the fuse-holder can tolerate under specified test conditions without exceeding the specified temperature rise.

### 5.6 Limits of time-current characteristics

The limits are based on a reference ambient air temperature  $T_a$  of +20 °C.

#### 5.6.1 Time-current characteristics, time-current zones

They depend on the design of the fuse-link, and, for a given fuse-link, on the ambient air temperature and the cooling conditions.

NOTE – Pour des températures de l'air ambiant en dehors des limites indiquées en 3.1, le constructeur doit être consulté.

Pour les éléments de remplacement ne correspondant pas aux zones temps-courant normalisées et spécifiées dans les parties subséquentes, le constructeur doit pouvoir indiquer (avec leurs tolérances):

- les caractéristiques temps-courant de préarc et de fonctionnement
- ou
- les zones temps-courant.

NOTE – Pour des durées de préarc inférieures à 0,1 s, le conducteur devra pouvoir indiquer les caractéristiques  $\hat{I}t$  avec leurs tolérances (voir 5.8.2).

Lorsqu'elles sont représentées, les caractéristiques temps-courant doivent être indiquées, pour les durées de préarc dépassant 0,1 s, avec le courant en abscisse et le temps en ordonnée. Des échelles logarithmiques doivent être utilisées sur les deux coordonnées.

Les bases des échelles logarithmiques (dimension d'une décade) doivent être dans le rapport 2/1, les plus grandes dimensions étant en abscisse. Cependant, pour tenir compte d'une pratique en vigueur depuis longtemps aux Etats-Unis d'Amérique, un rapport de 1/1 est admis en variante. La présentation doit être faite sur une feuille de format normalisé A3 ou A4 suivant l'ISO 478 ou l'ISO 593.

Les dimensions des décades doivent être choisies parmi les séries suivantes:

2 cm, 4 cm, 8 cm, 16 cm, et 2,8 cm, 5,6 cm, 11,2 cm.

NOTE – Il est recommandé d'utiliser, dans la mesure du possible, les valeurs préférentielles 2,8 cm (ordonnées) et 5,6 cm (abscisses).

5.6.2 Courants et temps conventionnels

Les courants et les temps conventionnels sont spécifiés au tableau 2. Pour les éléments de remplacement «gD» et «gN» les courants et les temps conventionnels sont spécifiés dans la CEI 60269-2-1, section V.

Tableau 2 – Courants et temps conventionnels pour les éléments de remplacement «gG» et «gM»

| Courant assigné $I_n$ pour «gG»<br>Courant caractéristique $I_{ch}$ pour «gM»**<br>A | Temps conventionnel<br>h | Courant conventionnel |           |
|--|--------------------------|-----------------------|-----------|
|  |                          | $I_{nf}$              | $I_t$     |
| $I_n < 16$   | 1                        | *                     | *         |
| $16 \leq I_n \leq 63$  | 1                        |                       |           |
| $63 < I_n \leq 160$  | 2                        | 1,25 $I_n$            | 1,6 $I_n$ |
| $160 < I_n \leq 400$   | 3                        |                       |           |
| $400 < I_n$  | 4                        |                       |           |
| * A l'étude.   |                          |                       |           |
| ** Pour les éléments de remplacement «gM», voir 5.7.1.                               |                          |                       |           |

5.6.3 Balises

Pour les éléments de remplacement «gG» et «gM», les balises sont indiquées dans le tableau 3.

NOTE – For ambient air temperatures deviating from the temperature range according to 3.1, consultation with the manufacturer is necessary.

For fuse-links not complying with the standardized time-current zones as specified in the subsequent parts, the manufacturer should keep available (with their tolerances):

- the pre-arcing and operating time-current characteristics
- or
- the time-current zone.

NOTE – For pre-arcing times smaller than 0,1 s the manufacturer should keep available  $I^2t$  characteristics with their tolerances (see 5.8.2).

When the time-current characteristics are presented for pre-arcing times exceeding 0,1 s, they should be given with current as abscissa and time as ordinate. Logarithmic scales shall be used on both co-ordinate axes.

The basis of the logarithmic scales (the dimensions of one decade) shall be in the ratio 2/1 with the longer dimensions on the abscissa. However, because of long-established practice in the United States of America, a ratio of 1/1 is recognized as an alternative standard. The presentation shall be made on standardized paper A3 or A4, according to ISO 478 or ISO 593.

The dimensions of the decades shall be selected from the following series:

2 cm, 4 cm, 8 cm, 16 cm, and 2,8 cm, 5,6 cm, 11,2 cm.

NOTE – It is recommended that, whenever possible, the preferred values 2,8 cm (ordinate) and 5,6 cm (abscissa) should be used.

### 5.6.2 Conventional times and currents

The conventional times and currents are given in table 2. For "gD" and "gN" fuse-links, conventional times and currents are given in IEC 60269-2-1, section V.

**Table 2 – Conventional time and current for "gG" and "gM" fuse-links**

| Rated current $I_n$ for «gG»<br>Characteristic current $I_{ch}$ for «gM»**<br>A | Conventional time<br>h | Conventional current |           |
|---|------------------------|----------------------|-----------|
|   |                        | $I_{nt}$             | $I_f$     |
| $I_n < 16$  | 1                      | *                    | *         |
| $16 \leq I_n \leq 63$   | 1                      |                      |           |
| $63 < I_n \leq 160$   | 2                      | $1,25 I_n$           | $1,6 I_n$ |
| $160 < I_n \leq 400$  | 3                      |                      |           |
| $400 < I_n$   | 4                      |                      |           |
| * Under consideration.  |                        |                      |           |
| ** For "gM" fuse links, see 5.7.1.  |                        |                      |           |

### 5.6.3 Gates

For "gG" and "gM" fuse-links, the gates given in table 3 apply.

Tableau 3 – Balises des durées de préarc spécifiées pour des éléments de remplacement «gG» et «gM»\*

| 1  | 2                   | 3                  | 4                 | 5                 |
|--|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| $I_n$ pour «gG»<br>$I_{ch}$ pour «gM»  | $I_{min}$ (10 s)*** | $I_{max}$ (5 s)*** | $I_{min}$ (0,1 s) | $I_{max}$ (0,1 s) |
| A  | A                   | A                  | A                 | A                 |
| 16   | 33                  | 65                 | 85                | 150               |
| 20   | 42                  | 85                 | 110               | 200               |
| 25   | 52                  | 110                | 150               | 260               |
| 32   | 75                  | 150                | 200               | 350               |
| 40   | 95                  | 190                | 260               | 450               |
| 50   | 125                 | 250                | 350               | 610               |
| 63   | 160                 | 320                | 450               | 820               |
| 80   | 215                 | 425                | 610               | 1 100             |
| 100  | 290                 | 580                | 820               | 1 450             |
| 125  | 355                 | 715                | 1 100             | 1 910             |
| 160  | 460                 | 950                | 1 450             | 2 590             |
| 200  | 610                 | 1 250              | 1 910             | 3 420             |
| 250  | 750                 | 1 650              | 2 590             | 4 500             |
| 315  | 1 050               | 2 200              | 3 420             | 6 000             |
| 400  | 1 420               | 2 840              | 4 500             | 8 060             |
| 500  | 1 780               | 3 800              | 6 000             | 10 600            |
| 630  | 2 200               | 5 100              | 8 060             | 14 140            |
| 800  | 3 060               | 7 000              | 10 600            | 19 000            |
| 1 000  | 4 000               | 9 500              | 14 140            | 24 000            |
| 1 250  | 5 000               | 13 000             | 19 000            | 35 000            |
| * Les valeurs pour les fusibles de courant assigné inférieur à 16 A sont à l'étude.<br>** Pour les éléments de remplacement «gM», voir 5.7.1.<br>*** $I_{min}$ (10 s) est la valeur minimale du courant pour laquelle la durée de préarc n'est pas inférieure à 10 s.<br>$I_{max}$ (5 s) est la valeur maximale du courant pour laquelle la durée de fonctionnement n'est pas supérieure à 5 s (voir figure 1) |                     |                    |                   |                   |

Pour les éléments de remplacement «gD» et «gN», les balises sont spécifiées dans la CEI 60269-2-1, section V.

5.7 Zone de coupure et pouvoir de coupure

5.7.1 Zone de coupure et catégorie d'emploi

La première lettre doit indiquer la zone de coupure:

- éléments de remplacement «g» (éléments de remplacement pouvant couper tous les courants);
- éléments de remplacement «a» (éléments de remplacement pouvant couper une partie des courants seulement).

Table 3 – Gates for specified pre-arcing times of "gG" and "gM" fuse-links

| 1   | 2                               | 3                              | 4                 | 5                 |
|---|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| $I_n$ for "gG"<br>$I_{ch}$ for "gM"   | $I_{min}$ (10 s) <sup>***</sup> | $I_{max}$ (5 s) <sup>***</sup> | $I_{min}$ (0,1 s) | $I_{max}$ (0,1 s) |
| A   | A                               | A                              | A                 | A                 |
| 16  | 33                              | 65                             | 85                | 150               |
| 20  | 42                              | 85                             | 110               | 200               |
| 25  | 52                              | 110                            | 150               | 260               |
| 32  | 75                              | 150                            | 200               | 350               |
| 40  | 95                              | 190                            | 260               | 450               |
| 50  | 125                             | 250                            | 350               | 610               |
| 63  | 160                             | 320                            | 450               | 820               |
| 80  | 215                             | 425                            | 610               | 1 100             |
| 100   | 290                             | 580                            | 820               | 1 450             |
| 125   | 355                             | 715                            | 1 100             | 1 910             |
| 160   | 460                             | 950                            | 1 450             | 2 590             |
| 200   | 610                             | 1 250                          | 1 910             | 3 420             |
| 250   | 750                             | 1 650                          | 2 590             | 4 500             |
| 315   | 1 050                           | 2 200                          | 3 420             | 6 000             |
| 400   | 1 420                           | 2 840                          | 4 500             | 8 060             |
| 500   | 1 780                           | 3 800                          | 6 000             | 10 600            |
| 630   | 2 200                           | 5 100                          | 8 060             | 14 140            |
| 800   | 3 060                           | 7 000                          | 10 600            | 19 000            |
| 1 000   | 4 000                           | 9 500                          | 14 140            | 24 000            |
| 1 250   | 5 000                           | 13 000                         | 19 000            | 35 000            |
| <p>* Values for fuses with rated current less than 16 A are under consideration.</p> <p>** For "gM" fuse-links see 5.7.1.</p> <p>*** <math>I_{min}</math> (10 s) is the minimum value of current for which the pre-arcing time is not less than 10 s.</p> <p><math>I_{max}</math> (5 s) is the maximum value of current for which the operating time is not more than 5 s (see figure 1).</p> |                                 |                                |                   |                   |

For "gD" and "gN" fuse-links, gates are given in IEC 60269-2-1, section V.

5.7 Breaking range and breaking capacity

5.7.1 Breaking range and utilization category

The first letter shall indicate the breaking range:

- "g" fuse-links (full-range breaking-capacity fuse-link);
- "a" fuse-links (partial-range breaking-capacity fuse-link).



La deuxième lettre doit indiquer la catégorie d'utilisation; cette lettre définit avec précision les caractéristiques temps-courant, temps et courants conventionnels, balises:

Par exemple

- «gG» désigne les éléments de remplacement pour usage général pouvant couper tous les courants;
- «gM» désigne les éléments de remplacement pour la protection des circuits de moteurs et pouvant couper tous les courants;
- «aM» désigne les éléments de remplacement pour la protection des circuits de moteurs et ne pouvant couper qu'une partie des courants;
- «gD» indique des éléments de remplacement temporisés pouvant couper tous les courants;
- «gN» indique des éléments de remplacement non temporisés pouvant couper tous les courants.

NOTE 1 – Actuellement, on utilise souvent des éléments de remplacement «gG» pour la protection des circuits de moteurs, ce qui est admissible si leurs caractéristiques tiennent compte du courant de démarrage du moteur.

NOTE 2 – Un élément de remplacement «gM» a deux valeurs assignées et est caractérisé par deux valeurs de courant. La première valeur  $I_n$  désigne et le courant assigné de l'élément de remplacement et le courant assigné de l'ensemble porteur; la deuxième valeur  $I_{ch}$  désigne la caractéristique temps-courant de l'élément de remplacement telle que définie par les balises indiquées dans les tableaux 2, 3 et 6.

Ces deux valeurs assignées sont séparées par une lettre qui définit l'application.

Par exemple:  $I_n M I_{ch}$  désigne un fusible prévu pour la protection des circuits de moteurs et ayant la caractéristique G. La première valeur  $I_n$  correspond au courant permanent maximal pour tout le fusible et la seconde valeur  $I_{ch}$  correspond à la caractéristique G de l'élément de remplacement.

NOTE 3 – Un élément de remplacement «aM» est caractérisé par une valeur de courant  $I_n$  et une caractéristique temps-courant conformément à 8.4.3.3.1 et à la figure 2.

## 5.7.2 Pouvoir de coupure assigné

Le pouvoir de coupure assigné d'un élément de remplacement est indiqué par le constructeur en fonction de la tension assignée. Des valeurs du pouvoir de coupure minimal sont indiquées dans les parties subséquentes.

## 5.8 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé et $I^2t$

Les valeurs des caractéristiques d'amplitude du courant coupé et  $I^2t$  doivent tenir compte des tolérances de fabrication et se rapporter aux conditions de fonctionnement en service spécifiées dans les parties subséquentes en ce qui concerne, par exemple, les valeurs de tension, de fréquence et de pouvoir de coupure.

### 5.8.1 Caractéristique d'amplitude du courant coupé

La caractéristique d'amplitude du courant coupé doit représenter les valeurs instantanées les plus élevées du courant susceptibles de se produire en service (voir 8.6.1 et annexe C).

Si les caractéristiques d'amplitude du courant coupé sont requises et qu'elles ne sont pas spécifiées dans les parties subséquentes, elles doivent être indiquées par le constructeur conformément à l'exemple de la figure 3, sur du papier à double échelle logarithmique, le courant présumé étant porté en abscisse.

### 5.8.2 Caractéristiques $I^2t$

Les caractéristiques  $I^2t$  de préarc pour des durées de préarc comprises entre 0,1 s et la durée correspondant au pouvoir de coupure assigné doivent être indiquées par le constructeur. Elles doivent représenter les valeurs les plus basses susceptibles de se produire en service en fonction du courant présumé.

The second letter shall indicate the utilization category; this letter defines with accuracy the time-current characteristics, conventional times and currents, gates:

For example

- "gG" indicates fuse-links with a full-range breaking capacity for general application;
- "gM" indicates fuse-links with a full-range breaking capacity for the protection of motor circuits;
- "aM" indicates fuse-links with a partial range breaking capacity for the protection of motor circuits;
- "gD" indicates time-delay fuse-links with a full range breaking capacity;
- "gN" indicates non-time-delay fuse-links with a full range breaking capacity.

NOTE 1 – At present "gG" fuse-links are often used for the protection of motor circuits, which is possible when their characteristics are suitable to be capable of withstanding the motor starting current.

NOTE 2 – A "gM" fuse-link, which has a dual rating is characterized by two current values. The first value  $I_n$  denotes both the rated current of the fuse-link and the rated current of the fuse-holder; the second value  $I_{ch}$  denotes the time-current characteristic of the fuse-link as defined by the gates in tables 2, 3 and 6.

These two ratings are separated by a letter which defines the applications.

For example:  $I_n M I_{ch}$  denote a fuse intended to be used for protection of motor circuits and having the characteristic G. The first value  $I_n$  corresponds to the maximum continuous current for the whole fuse and the second value  $I_{ch}$  corresponds to the G characteristic of the fuse-link.

NOTE 3 – An "aM" fuse-link is characterized by one current value  $I_n$  and time-current characteristics as defined in 8.4.3.3.1 and figure 2.

### 5.7.2 Rated breaking capacity

The rated breaking capacity of a fuse-link is given by the manufacturer corresponding to the rated voltage. Values of minimum rated breaking capacity are given in subsequent parts.

## 5.8 Cut-off current and $I^2t$ characteristics

The value for cut-off and  $I^2t$  characteristics shall take into account manufacturing tolerances and shall refer to the service conditions as specified in subsequent parts, e.g. the values of voltage, frequency and power factor.

### 5.8.1 Cut-off current characteristics

The cut-off current characteristics shall represent the maximum instantaneous values of current likely to be experienced in service. (See 8.6.1 and annex C.)

Where the cut-off current characteristics are required, and unless specified in subsequent parts, they should be given by the manufacturer according to the example shown in figure 3, in a double logarithmic presentation with the prospective current as abscissa.

### 5.8.2 $I^2t$ characteristics

The pre-arcing  $I^2t$  characteristics for pre-arcing times of less than 0,1 s down to a time corresponding to the rated breaking capacity shall be given by the manufacturer. They shall represent the lowest values likely to be experienced in service as a function of the prospective current.

Les caractéristiques  $I^2t$  de fonctionnement ayant comme paramètres des tensions spécifiées doivent être indiquées par le constructeur pour des durées de préarc inférieures à 0,1 s. Elles doivent représenter les valeurs les plus élevées susceptibles de se produire en service en fonction du courant présumé.

Lorsqu'elles sont représentées sous forme de graphique, les caractéristiques  $I^2t$  doivent être présentées avec le courant présumé en abscisse et  $I^2t$  en ordonnée. Des échelles logarithmiques doivent être utilisées sur les deux coordonnées. (Pour l'utilisation d'échelles logarithmiques, voir 5.6.1).

## 6 Marquage

Le marquage doit être lisible. Les essais sont donnés dans les parties subséquentes.

### 6.1 Marques et indications des ensembles porteurs

Les informations suivantes doivent être marquées sur tous les ensembles porteurs:

- nom du constructeur ou marque de fabrique permettant de l'identifier facilement;
- référence d'identification du constructeur permettant de retrouver toutes les caractéristiques prévues en 5.1.1;
- tension assignée;
- courant assigné;
- nature du courant et fréquence assignée, s'il y a lieu.

NOTE - Un ensemble porteur portant les indications en courant alternatif peut également être utilisé pour du courant continu. Si un ensemble porteur contient un socle amovible et un porte-fusible amovible, tous les deux devront être marqués séparément pour des raisons d'identification.

### 6.2 Marques et indications des éléments de remplacement

Indications que doivent porter les éléments de remplacement à l'exception des éléments de remplacement de taille réduite où un tel marquage est matériellement impossible:

- nom du constructeur ou marque de fabrique permettant de l'identifier facilement;
- référence d'identification du constructeur permettant de retrouver toutes les caractéristiques prévues en 5.1.2;
- tension assignée;
- courant assigné (pour le type «gM», voir 5.7.1);
- zone de coupure et catégorie d'emploi (symboles), s'il y a lieu (voir 5.7.1);
- nature du courant et fréquence assignée, s'il y a lieu (voir 5.4).

NOTE - Des indications séparées pour le courant alternatif et pour le courant continu devront être portées sur l'élément de remplacement si celui-ci est prévu pour être utilisé en courant alternatif et en courant continu.

Lorsque, sur de petits éléments de remplacement, il est impossible de faire figurer toutes les informations spécifiées, ils doivent porter l'indication de la marque de fabrique, la référence de catalogue du constructeur, la tension assignée et le courant assigné.

### 6.3 Symboles d'identification

En ce qui concerne la nature du courant et la fréquence, il est permis d'employer des symboles conformément à la CEI 60417.

NOTE - Les indications concernant le courant assigné et la tension assignée peuvent, par exemple, se présenter comme suit:

10 A 500 V ou 10/500 ou  $\frac{10}{500}$

The operating  $I^2t$  characteristics with specified voltages as parameters shall be given by the manufacturer for pre-arcing times less than 0,1 s. They shall represent the highest values likely to be experienced in service as a function of the prospective current.

When presented graphically, the  $I^2t$  characteristics shall be given with prospective current as abscissa and  $I^2t$  values as ordinate. Logarithmic scales shall be used on both co-ordinate axes. (For using the logarithmic scales, see 5.6.1.)

## 6 Markings

Markings shall be legible. Tests are given in subsequent parts.

### 6.1 Markings of fuse-holders

The following information shall be marked on all fuse-holders:

- name of the manufacturer or a trade mark by which he may be readily identified;
- manufacturer's identification reference enabling all the characteristics listed in 5.1.1 to be found;
- rated voltage;
- rated current;
- kind of current and rated frequency, when applicable.

NOTE – A fuse-holder marked with a.c. ratings may also be used for d.c. If a fuse-holder contains a removable fuse-base and a removable fuse-carrier, both should be separately marked for the purpose of identification.

### 6.2 Markings of fuse-links

The following information shall be marked on all fuse-links except small fuse-links where this is impracticable:

- name of the manufacturer or a trade mark by which he may be readily identified;
- manufacturer's identification reference, enabling all the characteristics listed in 5.1.2 to be found;
- rated voltage;
- rated current (for "gM" type see 5.7.1);
- breaking range and utilization category (letter code), where applicable (see 5.7.1);
- kind of current and, if applicable, rated frequency (see 5.4).

NOTE – Fuse-links shall be marked separately for a.c. and d.c. if the fuse-link is provided for a.c. and d.c.

For small fuse-links, where it is impracticable to include all the specified information on the fuse-link, the trade mark, list reference of the manufacturer, rated voltage and the rated current shall be marked.

### 6.3 Marking symbols

For the kind of current and frequency, use symbols in accordance with IEC 60417.

NOTE – The marking for rated current and rated voltage may, for instance, be as follows:

10 A    500 V    or 10/500    or  $\frac{10}{500}$

## **7 Conditions normales d'établissement**

### **7.1 Réalisation mécanique**

#### **7.1.1 Remplacement des éléments de remplacement**

Les éléments de remplacement doivent être remplaçables de façon simple et sûre.

#### **7.1.2 Connexions, y compris les bornes**

Les connexions à demeure doivent être réalisées de manière à maintenir la force de contact nécessaire dans les conditions de service et de fonctionnement.

La force de contact exercée sur les connexions ne doit pas être transmise par l'intermédiaire de matériaux isolants autres que céramiques ou présentant les mêmes propriétés, à moins que les parties métalliques ne soient suffisamment élastiques pour compenser un éventuel rétrécissement ou toute autre déformation du matériau isolant. Les essais éventuellement nécessaires sont indiqués dans les parties subséquentes.

Les bornes doivent être conçues de manière qu'elles ne puissent pas tourner ni se déplacer lors du serrage des vis et que la position des conducteurs ne puisse pas être modifiée. Les parties serrant les conducteurs doivent être en métal et avoir une forme telle qu'elles ne risquent pas de trop endommager les conducteurs.

Les bornes doivent être disposées de façon à être aisément accessibles (après enlèvement des couvercles, s'il en existe) dans les conditions d'installation prévues.

NOTE – D'autres prescriptions relatives aux bornes sont à l'étude.

#### **7.1.3 Contacts du fusible**

Les contacts du fusible doivent être réalisés de manière à maintenir la force de contact nécessaire dans les conditions de service et de fonctionnement, en particulier dans les conditions correspondant à 7.5.

Le contact doit être tel que les forces électromagnétiques qui se produisent lors du fonctionnement dans les conditions selon 8.1.6 ne provoquent aucune détérioration de la connexion électrique entre:

- a) le socle et le porte-fusible;
- b) le porte-fusible et l'élément de remplacement;
- c) l'élément de remplacement et le socle, ou, le cas échéant, tout autre support.

De plus, de par leur construction et le matériau utilisé, les contacts doivent être tels que, sous réserve d'un montage correct du fusible et de conditions de fonctionnement normales, le maintien d'un contact adéquat soit assuré:

- a) après des opérations de retrait et d'insertion répétées;
- b) après le maintien en service, sans intervention, pendant une longue durée (voir 8.10).

Les contacts en alliage de cuivre ne doivent pas présenter de tensions internes.

Ces conditions sont vérifiées par les essais effectués conformément à 8.4.3.4 et 8.11.2.1 et dans l'article 8 de la CEI 60269-2.

## 7 Standard conditions for construction

### 7.1 Mechanical design

#### 7.1.1 Replacement of fuse-links

It shall be possible to replace the fuse-links easily and safely.

#### 7.1.2 Connections, including terminals

The fixed connections shall be such that the necessary contact force is maintained under the conditions of service and operation.

No contact force on connections shall be transmitted through insulating material other than ceramic or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resilience in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or other deformation of the insulating material. Tests are specified in subsequent parts, where necessary.

Terminals shall be such that they cannot turn or be displaced when the connecting screws are tightened, and such that the conductors cannot be displaced. The parts gripping the conductors shall be of metal and shall have such a shape that they cannot unduly damage conductors.

Terminals shall be so arranged that they are readily accessible (after removal of covers, if any) under the intended conditions of installation.

NOTE – Other requirements concerning terminals are under consideration.

#### 7.1.3 Fuse-contacts

Fuse-contacts shall be such that the necessary contact force is maintained under the conditions of service and operation, in particular under the conditions corresponding to 7.5.

Contact shall be such that the electromagnetic forces occurring during operation under conditions in accordance with 8.1.6 shall not impair the electrical connections between:

- a) the fuse-base and the fuse-carrier;
- b) the fuse-carrier and the fuse-link;
- c) the fuse-link and the fuse-base, or if applicable, any other support.

In addition, fuse contacts shall be so constructed and of such material that, when the fuse is properly installed and service conditions are normal, adequate contact is maintained:

- a) after repeated engagement and disengagement;
- b) after being left undisturbed in service for a long period (see 8.10).

Fuse-contacts of copper alloy shall be free from season cracking.

These requirements are verified by the tests according to 8.4.3.4 and 8.11.2.1 and in clause 8 of IEC 60269-2.

## 7.2 Qualités isolantes

Les fusibles doivent être tels qu'ils ne perdent pas leurs qualités isolantes sous les tensions auxquelles ils sont soumis en service normal. Un fusible est considéré comme répondant à cette condition s'il satisfait à l'essai de vérification des qualités isolantes énoncé en 8.2.

Les valeurs minimales des lignes de fuite, distances d'isolement dans l'air et distances à travers les matériaux isolants ou de remplissage ne doivent pas être inférieures aux valeurs spécifiées dans les parties subséquentes.

## 7.3 Echauffement, puissance dissipée de l'élément de remplacement et puissance dissipable pour l'ensemble porteur

L'ensemble porteur doit être conçu et dimensionné de manière à pouvoir supporter d'une façon continue, dans des conditions normalisées de service, le courant assigné de l'élément de remplacement dont il est muni, sans dépasser:

- les valeurs maximales d'échauffement spécifiées dans le tableau 4 à la puissance dissipable assignée pour l'ensemble porteur indiquées par le constructeur ou spécifiées dans les parties subséquentes.

L'élément de remplacement doit être conçu et dimensionné de manière à pouvoir supporter d'une façon continue, dans des conditions normalisées de service, son courant assigné sans dépasser:

- la puissance dissipée assignée de l'élément de remplacement indiquée par le constructeur ou spécifiée dans les parties subséquentes.

En particulier, les limites d'échauffement spécifiées dans le tableau 4 ne doivent pas être dépassées lorsque:

- le courant assigné de l'élément de remplacement est égal au courant assigné de l'ensemble porteur destiné à recevoir cet élément de remplacement;
- la puissance dissipée de l'élément de remplacement est égale à la puissance dissipable assignée pour l'ensemble porteur.

Ces conditions sont vérifiées par les essais effectués conformément à 8.3.

## 7.2 Insulating properties

The fuses shall be such that they do not lose their insulating properties at the voltages to which they are subjected in normal service. A fuse shall be deemed to satisfy this condition if it passes the test for verification of insulating properties in accordance with 8.2.

The minimum creepage distances, clearances and distances through insulating material or sealing compound shall comply with the values specified in subsequent parts.

## 7.3 Temperature rise, power dissipation of the fuse-link and power acceptance of the fuse-holder

The fuse-holder shall be so designed and proportioned as to carry continuously, under standard conditions of service, the rated current of the fuse-link with which it is provided without exceeding:

- the temperature-rise limits specified in table 4 at the rated power acceptance of the fuse-holder as indicated by the manufacturer or otherwise specified in subsequent parts.

The fuse-link shall be so designed and proportioned as to carry continuously, under standard conditions of service, its rated current without exceeding:

- the rated power dissipation of the fuse-link as indicated by the manufacturer or otherwise specified in the subsequent parts.

In particular, the temperature-rise limits specified in table 4 shall not be exceeded:

- when the rated current of the fuse-link is equal to the rated current of the fuse-holder intended to accommodate this fuse-link;
- when the power dissipation of the fuse-link is equal to the rated power acceptance of the fuse-holder.

These requirements are verified by the tests according to 8.3.



Tableau 4 – Limites d'échauffement  $\Delta T = (T - T_a)$  des contacts et bornes

|                           |           |                    | Echauffement<br>K         |                        |
|---------------------------|-----------|--------------------|---------------------------|------------------------|
|                           |           |                    | Non enfermé <sup>1)</sup> | Enfermé <sup>2)</sup>  |
| Contacts <sup>7) 9)</sup> | A ressort | Cuivre nu          | 40                        | 45                     |
|                           |           | Laiton nu          | 45                        | 50                     |
|                           |           | Etamé              | 55 <sup>6)</sup>          | 60 <sup>6)</sup>       |
|                           |           | Nickelé            | 70 <sup>5) 3) 8)</sup>    | 75 <sup>5) 8) 3)</sup> |
|                           |           | Argenté            | 3)                        | 3)                     |
|                           | A bouton  | Cuivre nu          | 55                        | 60                     |
|                           |           | Laiton nu          | 60                        | 65                     |
|                           |           | Etamé              | 65 <sup>6)</sup>          | 65 <sup>6)</sup>       |
|                           |           | Nickelé            | 80 <sup>3) 5) 8)</sup>    | 85 <sup>3) 5) 8)</sup> |
|                           |           | Argenté            | 3)                        | 3)                     |
| Bornes                    |           | Cuivre nu          | 55                        | 60                     |
|                           |           | Laiton nu          | 60                        | 65                     |
|                           |           | Etamé              | 65                        | 65                     |
|                           |           | Argenté ou nickelé | 70 <sup>4)</sup>          | 70 <sup>4)</sup>       |

1) Pour  $T_e = T_a$  (voir 2.2.5).

2) Pour des valeurs de  $\Delta T_e$  entre 10 K et 30 K ( $10\text{ K} \leq \Delta T_e \leq 30\text{ K}$ ) la température de l'air ambiant,  $T_a$  ne devrait pas être supérieure à 40 °C.

3) Non limité, à condition de ne pas endommager les parties adjacentes.

4) L'échauffement limité résulte de l'utilisation de conducteurs isolés au PVC.

5) Les valeurs indiquées ne s'appliquent pas aux systèmes de fusibles dont les sections et le matériau des contacts sont spécifiés dans les parties subséquentes.

6) Ces limites peuvent ne pas être respectées s'il est vérifié que la température qui se produit pendant l'essai de non-détérioration des contacts ne cause aucune détérioration du contact.

7) Les valeurs indiquées dans ce tableau ne sont pas applicables à certains fusibles de taille trop réduite pour que la mesure de la température puisse se faire sans erreur. Pour cette raison, la non-détérioration des contacts sera vérifiée par un essai indiqué en 8.10.

8) L'emploi du nickel pour recouvrir les contacts, en raison de sa résistance relativement élevée, nécessite certaines précautions en ce qui concerne la construction du contact, telles que, entre autres, l'utilisation d'une force de contact relativement élevée.

9) L'essai de vérification de la non-détérioration des contacts fait l'objet de 8.10.

# 7.4 Fonctionnement

L'élément de remplacement doit être conçu et dimensionné de telle manière que, lorsqu'il est essayé dans le dispositif d'essai approprié à la fréquence assignée et à une température de l'air ambiant de (20 ± 5) °C

- il soit capable de supporter d'une façon continue tout courant inférieur ou égal à son courant assigné;
- il soit capable de supporter les conditions de surcharge susceptibles de se présenter en service normal (voir 8.4.3.4).

Table 4 – Temperature rise limits  $\Delta T = (T - T_a)$  for contacts and terminals

|                           |               |                         | Temperature rise<br>K    |                        |
|---------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
|                           |               |                         | Unenclosed <sup>1)</sup> | Enclosed <sup>2)</sup> |
| Contacts <sup>7) 9)</sup> | Spring loaded | Bare copper             | 40                       | 45                     |
|                           |               | Bare brass              | 45                       | 50                     |
|                           |               | Tin plated              | 55 <sup>6)</sup>         | 60 <sup>6)</sup>       |
|                           |               | Nickel plated           | 70 <sup>5) 3) 8)</sup>   | 75 <sup>5) 8) 3)</sup> |
|                           |               | Silver plated           | 3)                       | 3)                     |
|                           | Bolted        | Bare copper             | 55                       | 60                     |
|                           |               | Bare brass              | 60                       | 65                     |
|                           |               | Tin plated              | 65 <sup>6)</sup>         | 65 <sup>6)</sup>       |
|                           |               | Nickel plated           | 80 <sup>3) 5) 8)</sup>   | 85 <sup>3) 5) 8)</sup> |
|                           |               | Silver plated           | 3)                       | 3)                     |
| Terminals                 |               | Bare copper             | 55                       | 60                     |
|                           |               | Bare brass              | 60                       | 65                     |
|                           |               | Tin plated              | 65                       | 65                     |
|                           |               | Silver or nickel plated | 70 <sup>4)</sup>         | 70 <sup>4)</sup>       |

<sup>1)</sup> In the case  $T_e = T_a$  (see 2.2.5).

<sup>2)</sup> Applicable for values of  $\Delta T_e$  between 10 K and 30 K ( $10\text{ K} \leq \Delta T_e \leq 30\text{ K}$ ), the ambient air temperature  $T_a$  should not be higher than 40 °C.

<sup>3)</sup> Limited only by the necessity of not causing any damage to adjacent parts.

<sup>4)</sup> The limit of temperature rise is governed by the use of PVC insulated conductors.

<sup>5)</sup> The given values do not apply for fuse-systems for which the cross-sectional area and the material of the contacts are given in the subsequent parts.

<sup>6)</sup> These limits may be exceeded if it is verified that no deterioration of the contact is caused by the actual temperature during the test for non-deterioration of contact.

<sup>7)</sup> The values given in this table do not apply to certain fuses which are too small, so the temperature cannot be measured without the risk of failure. Therefore, the verification of non-deterioration of contacts will be done by a test given in 8.10.

<sup>8)</sup> The use of nickel-plated contacts requires, due to its relatively high electrical resistance, certain precautions in the design of the contact, among others the use of a relatively high contact pressure.

<sup>9)</sup> The test for non-deterioration of contacts is given in 8.10.

7.4 Operation

The fuse-link shall be so designed and proportioned that when tested in its appropriate test arrangement at rated frequency and an ambient air temperature of  $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ :

- it is able to carry continuously any current not exceeding its rated current;
- it is able to withstand overload conditions as they may occur in normal service (see 8.4.3.4).

Pour un élément de remplacement «g», cela signifie:

- que son élément fusible ne fond pas dans un temps inférieur au temps conventionnel lorsqu'il est parcouru par un courant inférieur ou égal au courant conventionnel de non-fusion ( $I_{nf}$ );
- qu'il fonctionne dans un temps inférieur au temps conventionnel lorsqu'il est parcouru par un courant égal ou supérieur au courant de fusion conventionnel ( $I_f$ ).

NOTE - Les zones temps-courant, s'il y en a, doivent être prises en considération.

Pour un élément de remplacement «a», cela signifie:

- que son élément fusible ne fond pas lorsqu'il est parcouru par un courant inférieur ou égal à  $k_1 I_n$  pendant le temps correspondant indiqué sur la courbe de surcharge (voir figure 2);
- que lorsqu'il est parcouru par un courant compris entre  $k_1 I_n$  et  $k_2 I_n$ , l'élément fusible peut fondre, pourvu que la durée de préarc soit supérieure à la valeur indiquée par les caractéristiques temps-courant de préarc;
- qu'il fonctionne à l'intérieur de la zone temps-courant, y compris la durée d'arc, lorsqu'il est parcouru par un courant supérieur à  $k_2 I_n$ .

Les valeurs temps-courant mesurées selon 8.4.3.3 doivent se trouver à l'intérieur de la zone temps-courant indiquée par le constructeur.

Ces conditions sont considérées comme remplies si l'élément de remplacement satisfait aux essais prescrits en 8.4.

## 7.5 Pouvoir de coupure

Le fusible doit être capable de couper, à la fréquence assignée et sous une tension inférieure ou égale à la tension de rétablissement indiquée en 8.5, tout circuit dont le courant présumé est compris entre:

- pour les éléments de remplacement «g»: le courant  $I_f$ ;
- pour les éléments de remplacement «a»: le courant  $k_2 I_n$  et:
- le pouvoir de coupure assigné, en courant alternatif, avec un facteur de puissance égal ou supérieur à celui indiqué dans le tableau 12A pour la valeur du courant présumé correspondante;
- le pouvoir de coupure assigné, en courant continu, avec une constante de temps comprise dans les limites indiquées dans le tableau 12B pour la valeur du courant présumé correspondante.

Lors du fonctionnement de l'élément de remplacement dans un circuit d'essai tel que celui indiqué en 8.5, la tension d'arc ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau 5.

NOTE - Si des éléments de remplacement sont utilisés sur des réseaux dont la tension est comprise dans une gamme de tensions inférieures à celles correspondant à la tension assignée de l'élément de remplacement, il y a lieu de s'assurer que la tension d'arc ne dépasse pas la valeur indiquée dans le tableau 5 et correspondant à la tension du réseau.

For a "g" fuse-link within the conventional time:

- its fuse-element does not melt, when it carries any current not exceeding the conventional non-fusing current ( $I_{nf}$ );
- it operates when it carries any current equal to or exceeding the conventional fusing current ( $I_f$ ).

NOTE – Time-current zones, if any, are to be considered.

For an "a" fuse-link:

- its fuse-element does not melt when it carries a current not exceeding  $k_1 I_n$  for the corresponding time indicated in the overload curve (see figure 2);
- when carrying a current between  $k_1 I_n$  and  $k_2 I_n$ , the fuse-element may melt, provided that the pre-arcing time is greater than the value indicated in the pre-arcing time-current characteristic;
- it operates when it carries a current exceeding  $k_2 I_n$  within its time-current zone, including the arcing time.

The time-current values measured in 8.4.3.3 shall fall within the time-current zone provided by the manufacturer.

A fuse-link is deemed to satisfy these conditions if it passes the tests prescribed in 8.4.

## 7.5 Breaking capacity

The fuse shall be capable of breaking, at rated frequency, and at a voltage not exceeding the recovery voltage specified in 8.5, any circuit having a prospective current between:

- for "g" fuse-links, the current  $I_f$ ;
- for "a" fuse-links, the current  $k_2 I_n$ ; and
- in the case of a.c., the rated breaking capacity at power factors not lower than those shown in table 12A appropriate to the value of the prospective current;
- in the case of d.c., the rated breaking capacity at time constants not greater than those limits shown in table 12B appropriate to the value of the prospective current.

During operation of the fuse-link in a test circuit as described in 8.5, the arc voltage shall not exceed the values given in table 5.

NOTE – Where fuse-links are used in circuits with system voltages belonging to a range lower than that corresponding to the rated voltage of the fuse-links, consideration should be given to the arc voltage, which should not exceed the value in table 5 corresponding to the system voltage.

Tableau 5 – Tension d'arc maximale

| Tension assignée $U_n$<br>de l'élément de remplacement<br>V   |                          | Tension d'arc maximale, valeur de<br>crête<br>V |
|---|--------------------------|---|
| Courants alternatif et continu  | Inférieure ou égale à 60 | 1 000   |
|   | 61 – 300                 | 2 000   |
|   | 301 – 690                | 2 500   |
|   | 691 – 800                | 3 000   |
|   | 801 – 1 000              | 3 500   |
| Courant continu seulement   | 1 001 – 1 200            | 3 500   |
|   | 1 201 – 1 500            | 5 000   |
| NOTE – Pour des éléments de remplacement de courants assignés inférieurs à 16 A, les valeurs de tension d'arc maximale ne sont pas spécifiées dans cette norme mais sont à l'étude. |                          |   |

Ces conditions sont considérées comme étant remplies si le fusible satisfait aux essais prescrits en 8.5.

7.6 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé

Sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, les valeurs du courant coupé limité, mesurées selon 8.6, doivent être inférieures ou égales aux valeurs résultant de la caractéristique d'amplitude du courant coupé indiquée par le constructeur (voir 5.8.1).

7.7 Caractéristiques  $I^2t$

Les valeurs  $I^2t$  de préarc, vérifiées selon 8.7, ne doivent pas être inférieures aux caractéristiques indiquées par le constructeur conformément à 5.8.2 et doivent se trouver à l'intérieur des limites données dans le tableau 6 pour les éléments de remplacement «gG» et «gM». Pour des durées de préarc inférieures à 0,01 s, les limites éventuellement nécessaires sont indiquées dans les parties suivantes. Pour les éléments de remplacement «gD» et «gN» les valeurs sont spécifiées dans la CEI 60269-2-1, section V.

Les valeurs  $I^2t$  de fonctionnement, vérifiées selon 8.7, doivent être inférieures ou égales aux caractéristiques indiquées par le constructeur conformément à 5.8.2 ou spécifiées dans les parties subséquentes.

Table 5 – Maximum arc voltage

| Rated voltage $U_n$<br>of the fuse-link<br>V   |                        | Maximum arc voltage,<br>peak value<br>V |
|--|------------------------|---|
| AC and d.c. currents   | Up to and including 60 | 1 000                                   |
|  | 61 – 300               | 2 000                                   |
|  | 301 – 690              | 2 500                                   |
|  | 691 – 800              | 3 000                                   |
|  | 801 – 1 000            | 3 500                                   |
| DC only  | 1 001 – 1 200          | 3 500                                   |
|  | 1 201 – 1 500          | 5 000                                   |
| NOTE – For fuse-links having rated current less than 16 A, the maximum arc voltage is not specified in this standard but is under consideration. |                        |   |

A fuse shall be deemed to satisfy these conditions if it passes the tests prescribed in 8.5.

7.6 Cut-off current characteristic

If not otherwise specified in subsequent parts, the values of cut-off current measured as specified in 8.6 shall be less than, or equal to, the values corresponding to the cut-off current characteristics assigned by the manufacturer (see 5.8.1).

7.7  $I^2t$  characteristics

The pre-arcing  $I^2t$  values verified according to 8.7 shall not be less than the characteristics stated by the manufacturer in accordance with 5.8.2, and lie within the limits given in table 6 for "gG" and "gM" fuse-links. For pre-arcing times smaller than 0,01 s, limits are given in subsequent parts, if required. Values for "gD" and "gN" fuse-links are given in IEC 60269-2-1, section V.

The operating  $I^2t$  values verified according to 8.7 shall be less than, or equal to, the characteristics stated by the manufacturer in accordance with 5.8.2 or specified in subsequent parts.

**Tableau 6 – Valeurs de  $I^2t$  de préarc à 0,01 s pour élément de remplacement «gG» et «gM»**

| $I_n$ pour «gG»<br>$I_{ch}$ pour «gM»*<br>A | $I^2t_{min}$<br>$10^3 \times (A^2s)$ | $I^2t_{max}$<br>$10^3 \times (A^2s)$ |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 16  | 0,3                                  | 1,0                                  |
| 20  | 0,5                                  | 1,8                                  |
| 25  | 1,0                                  | 3,0                                  |
| 32  | 1,8                                  | 5,0                                  |
| 40  | 3,0                                  | 9,0                                  |
| 50  | 5,0                                  | 16,0                                 |
| 63  | 9,0                                  | 27,0                                 |
| 80  | 16,0                                 | 46,0                                 |
| 100   | 27,0                                 | 86,0                                 |
| 125   | 46,0                                 | 140,0                                |
| 160   | 86,0                                 | 250,0                                |
| 200   | 140,0                                | 400,0                                |
| 250   | 250,0                                | 760,0                                |
| 315   | 400,0                                | 1 300,0                              |
| 400   | 760,0                                | 2 250,0                              |
| 500   | 1 300,0                              | 3 800,0                              |
| 630   | 2 250,0                              | 7 500,0                              |
| 800   | 3 800,0                              | 13 600,0                             |
| 1 000                                       | 7 840,0                              | 25 000,0                             |
| 1 250                                       | 13 700,0                             | 47 000,0                             |

\* Pour «gM», voir 5.7.1.

## 7.8 Sélectivité en cas de surintensités des éléments de remplacement

Les règles relatives à la sélectivité en cas de surintensités dépendent du système, de la tension assignée et de l'emploi du fusible. Des règles correspondantes pourront être énoncées dans les parties subséquentes.

## 7.9 Protection contre les chocs électriques

Pour la protection des personnes contre les chocs électriques, trois états du fusible doivent être pris en considération:

- lorsque le fusible est complet, installé et raccordé, c'est-à-dire équipé du socle, de l'élément de remplacement et, le cas échéant, du porte-fusible, de l'élément de calibrage et de l'enveloppe faisant partie du fusible (conditions de fonctionnement normal);
- pendant le remplacement de l'élément de remplacement;
- lorsque l'élément de remplacement et, le cas échéant, le porte-fusible sont enlevés.

Les règles correspondantes sont spécifiées dans les parties subséquentes. Voir également 8.8.

Table 6 – Pre-arcing  $I^2t$  values at 0,01 s for "gG" and "gM" fuse-links

| $I_n$ for "gG"<br>$I_{ch}$ for "gM"***<br>A | $I^2t_{min}$<br>$10^3 \times (A^2s)$ | $I^2t_{max}$<br>$10^3 \times (A^2s)$ |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 16  | 0,3                                  | 1,0                                  |
| 20  | 0,5                                  | 1,8                                  |
| 25  | 1,0                                  | 3,0                                  |
| 32  | 1,8                                  | 5,0                                  |
| 40  | 3,0                                  | 9,0                                  |
| 50  | 5,0                                  | 16,0                                 |
| 63  | 9,0                                  | 27,0                                 |
| 80  | 16,0                                 | 46,0                                 |
| 100   | 27,0                                 | 86,0                                 |
| 125   | 46,0                                 | 140,0                                |
| 160   | 86,0                                 | 250,0                                |
| 200   | 140,0                                | 400,0                                |
| 250   | 250,0                                | 760,0                                |
| 315   | 400,0                                | 1 300,0                              |
| 400   | 760,0                                | 2 250,0                              |
| 500   | 1 300,0                              | 3 800,0                              |
| 630   | 2 250,0                              | 7 500,0                              |
| 800   | 3 800,0                              | 13 600,0                             |
| 1 000                                       | 7 840,0                              | 25 000,0                             |
| 1 250                                       | 13 700,0                             | 47 000,0                             |

\* For "gM", see 5.7.1.

## 7.8 Overcurrent discrimination of fuse-links

Requirements concerning overcurrent discrimination are dependent upon the fuse-system, the rated voltage and the application of the fuse; relevant requirements may be given in subsequent parts.

## 7.9 Protection against electric shock

For the protection of persons against electric shock, three states of the fuse shall be taken into consideration:

- when the complete fuse is properly mounted, installed and wired with fuse-base, fuse-link and, where applicable, gauge-piece, fuse-carrier and enclosure forming part of the fuse (normal service condition);
- during the replacement of the fuse-link;
- when the fuse-link, and where applicable, the fuse-carrier is removed.

The requirements are specified in subsequent parts. See also 8.8.



### **7.10 Résistance à la chaleur**

Tous les éléments constitutifs doivent être suffisamment résistants à la chaleur pouvant se produire en usage normal.

Sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, cette condition est considérée comme remplie si les essais, selon 8.9 et 8.10, sont subis avec succès.

### **7.11 Résistance mécanique**

Tous les éléments constitutifs du fusible doivent être suffisamment résistants aux contraintes mécaniques qui peuvent se produire en usage normal.

Sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, cette condition est considérée comme remplie si les essais, selon 8.3 à 8.5 et 8.11.1, sont subis avec succès.

### **7.12 Résistance à la corrosion**

Toutes les parties métalliques du fusible doivent être résistantes aux influences corrosives qui peuvent se produire en usage normal.

#### **7.12.1 Résistance à la rouille**

Les parties en métal ferreux doivent être protégées de façon à satisfaire aux essais correspondants.

Sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, cette condition est considérée comme remplie si les essais, selon 8.2.4.2 et 8.11.2.3, sont subis avec succès.

#### **7.12.2 Résistance aux tensions internes**

Les parties transportant le courant doivent présenter une résistance suffisante aux tensions internes. Des essais correspondants sont spécifiés en 8.2.4.2 et 8.11.2.1.

### **7.13 Résistance à la chaleur excessive et au feu**

Tous les éléments constitutifs du fusible doivent présenter une résistance suffisante à la chaleur excessive et au feu. L'essai correspondant est spécifié en 8.11.2.2.

### **7.14 Compatibilité électromagnétique**

Les fusibles compris dans le domaine d'application de cette norme ne sont pas sensibles aux perturbations électromagnétiques normales, et par conséquent aucun essai d'immunité n'est exigé.

Une perturbation électromagnétique significative générée par un fusible est limitée au moment de son fonctionnement. Les exigences de la compatibilité électromagnétique sont réputées être satisfaites, à condition que les tensions d'arc maximales pendant le fonctionnement dans les essais de type respectent les prescriptions de 7.5.

## **8 Essais**

### **8.1 Généralités**

#### **8.1.1 Nature des essais**

Les essais spécifiés dans cet article sont des essais de type; ils sont effectués sous la responsabilité du constructeur.

### **7.10 Resistance to heat**

All components shall be sufficiently resistant to heat which may occur in normal use.

If not otherwise specified in subsequent parts, this requirement is considered as being met when satisfactory results are obtained in tests according to 8.9 and 8.10.

### **7.11 Mechanical strength**

All components of the fuse shall be sufficiently resistant to mechanical stresses which may occur in normal use.

If not otherwise specified in the subsequent parts, this requirement is considered as being met when satisfactory results are obtained on tests according to 8.3 to 8.5 and 8.11.1.

### **7.12 Resistance to corrosion**

All metallic components of the fuse shall be resistant to corrosive influences which may occur in normal use.

#### **7.12.1 Resistance to rusting**

Ferrous components shall be so protected that they meet the relevant tests.

If not otherwise specified in subsequent parts, this requirement is considered as being met when satisfactory results are obtained on tests according to 8.2.4.2 and 8.11.2.3.

#### **7.12.2 Resistance to season cracking**

Current-carrying parts shall be sufficiently resistant to season cracking. Relevant tests are specified in 8.2.4.2 and 8.11.2.1.

### **7.13 Resistance to abnormal heat and fire**

All components of the fuse shall be sufficiently resistant to abnormal heat and fire. The test is specified in 8.11.2.2.

### **7.14 Electromagnetic compatibility**

Fuses within the scope of this standard are not sensitive to normal electromagnetic disturbances, and therefore no immunity tests are required.

Significant electromagnetic disturbance generated by a fuse is limited to the instant of its operation. Provided that the maximum arc voltages during operation in the type tests comply with the requirements of 7.5, the requirements for electromagnetic compatibility are deemed to be satisfied.

## **8 Tests**

### **8.1 General**

#### **8.1.1 Kind of tests**

The tests specified in this clause are type tests and are performed under the responsibility of the manufacturer.

Si, au cours d'un de ces essais, il y a une défaillance et que le constructeur peut prouver que cette défaillance n'est pas inhérente au type du fusible mais due à un défaut propre à l'échantillon essayé, l'essai correspondant doit être répété. Cela ne s'applique pas à l'essai de vérification du pouvoir de coupure.

Si des essais de réception sont convenus entre le constructeur et l'utilisateur, ils doivent être choisis parmi les essais de type.

Les essais de type sont effectués afin de vérifier qu'un type donné de fusible ou un nombre de fusibles constituant une série homogène (voir 8.1.5.2) réponde aux caractéristiques spécifiées et fonctionne de façon satisfaisante dans les conditions normales de service ou dans les conditions particulières spécifiées.

Si un fusible satisfait aux essais de type, tous les fusibles de construction identique sont considérés comme répondant aux règles de la présente norme.

Les essais de type doivent être répétés si une partie quelconque du fusible est modifiée de façon à pouvoir compromettre les résultats des essais déjà exécutés.

### 8.1.2 Température de l'air ambiant ( $T_a$ )

La température de l'air ambiant est mesurée au moyen de dispositifs de mesure protégés contre les courants d'air et tout rayonnement de chaleur, placés à mi-hauteur du fusible à une distance d'environ 1 m de celui-ci. Au début de chaque essai, le fusible doit se trouver approximativement à la température de l'air ambiant.

### 8.1.3 Etat du fusible

Les essais sont effectués sur des fusibles propres et secs.

### 8.1.4 Disposition du fusible et dimensions

A l'exception de l'essai de vérification du degré de protection (voir 8.8), le fusible doit être disposé à l'air libre et en atmosphère tranquille en position de service normale, par exemple verticale, et, sauf spécification contraire, sur un support en matière isolante de rigidité suffisante pour pouvoir supporter les forces qui se produisent en l'absence de toute force extérieure exercée sur le fusible en essai.

L'élément de remplacement est monté soit comme en usage normal, soit dans l'ensemble porteur pour lequel il est prévu, soit dans un socle d'essai conformément aux indications données dans le paragraphe correspondant d'une des parties subséquentes.

Avant de commencer les essais, les dimensions extérieures spécifiées doivent être mesurées et les résultats comparés aux dimensions indiquées dans les feuilles particulières correspondantes du constructeur ou spécifiées dans les parties subséquentes.

### 8.1.5 Essais des éléments de remplacement

Sauf indication contraire dans les parties subséquentes, les éléments de remplacement doivent être essayés avec le ou les courants et, en courant alternatif, avec la fréquence, pour lequel ou lesquels ils sont prévus.

#### 8.1.5.1 Essais complets

Avant de commencer les essais, la résistance interne  $R$  de tous les échantillons doit être mesurée à une température de l'air ambiant de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  avec un courant de mesure inférieur ou égal à  $0,1 I_n$ . La valeur de  $R$  doit être consignée dans le procès-verbal d'essai.

La liste des essais complets est donnée dans le tableau 7A.

If during one of these tests a failure occurs and the manufacturer can furnish evidence that this failure is not typical of the fuse-type, but due to an individual fault of the tested sample, the relevant test shall be repeated. This does not apply to the breaking capacity test.

If acceptance tests are agreed upon between user and manufacturer, the test shall be selected from the type tests.

Type tests are performed in order to verify that a particular type of fuse or a range of fuses forming a homogeneous series (see 8.1.5.2) corresponds to the specified characteristics, and operates satisfactorily under normal conditions of service or under particular specified conditions.

Compliance with the type test is deemed to prove that all fuses of identical construction meet the requirements of this standard.

Type tests shall be repeated if any part of the fuse is modified in a manner liable to adversely affect the results of the type tests already performed.

### **8.1.2 Ambient air temperature ( $T_a$ )**

The ambient air temperature shall be measured by measuring devices protected against draughts and heat radiation, placed at the height of the centre of the fuse and at a distance of approximately 1 m. At the beginning of each test, the fuse shall be approximately at the ambient air temperature.

### **8.1.3 Condition of the fuse**

Tests shall be made on fuses in a clean and dry condition.

### **8.1.4 Arrangement of the fuse and dimensions**

Except for the degree of protection test (see 8.8), the fuse shall be mounted in free air in draught-free surroundings in the normal operation position, e.g. vertical and, unless otherwise specified, on insulating material of sufficient rigidity to withstand the forces encountered without applying external load to the fuse under test.

The fuse-link shall be mounted either as in normal use, or in the fuse-holder for which it is intended, or in a test rig in accordance with the indications given in the relevant subclause in a subsequent part.

Before the tests are started, the specified external dimensions shall be measured and the results compared with the dimensions specified in the relevant data sheets of the manufacturer or specified in subsequent parts.

### **8.1.5 Testing of fuse-links**

Fuse-links shall be tested with the kind(s) of current and, for a.c., frequency for which they are rated, unless otherwise specified in subsequent parts.

#### **8.1.5.1 Complete tests**

Before the tests are commenced, the internal resistance  $R$  of all samples shall be measured at an ambient-air temperature of  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  with a measuring current of not more than  $0,1 I_n$ . The value  $R$  shall be recorded in the test report.

A survey of the complete tests is given in table 7A.

### 8.1.5.2 Essais des éléments de remplacement d'une série homogène

Des éléments de remplacement de courants assignés différents sont considérés comme constituant une série homogène si les conditions énumérées ci-après sont remplies:

- leurs enveloppes sont identiques en ce qui concerne la forme, la construction et, à l'exception de celles de l'élément fusible, les dimensions. Cette condition est également remplie si seuls les contacts de l'élément de remplacement sont différents; dans ce cas, les essais sont effectués sur les éléments de remplacement dont les contacts sont susceptibles de donner lieu aux résultats d'essai les plus défavorables;
- leur matière d'extinction et leur degré de remplissage sont identiques;
- leurs éléments fusibles sont réalisés en matériaux identiques. Ils ont des longueurs et formes identiques;

NOTE - Par exemple découpés avec des outils identiques dans des matériaux d'épaisseurs différentes.

- leur section, qui peut varier sur la longueur des éléments fusibles, ainsi que le nombre d'éléments fusibles, ne sont pas supérieurs à ceux des éléments de remplacement de courant assigné le plus élevé;
- les distances minimales entre éléments fusibles voisins ainsi que chaque élément fusible et la surface intérieure de l'enveloppe ne sont pas inférieures à celles de l'élément de remplacement de courant assigné le plus élevé;
- ils peuvent être utilisés avec un ensemble porteur donné ou sans ensemble porteur, mais dans un montage qui est le même pour tous les courants assignés de la série homogène.
- De plus, en ce qui concerne l'essai d'échauffement, le produit  $RI_n^{3/2}$  n'est pas supérieur à la valeur correspondante de l'élément de remplacement dont le courant assigné est le plus élevé dans la série homogène. La résistance R doit être mesurée lorsque l'élément de remplacement se trouve dans les conditions spécifiées en 8.1.5.1.
- De plus, en ce qui concerne l'essai du pouvoir de coupure, le pouvoir de coupure assigné est au plus égal à celui de l'élément de remplacement dont le courant assigné est le plus élevé dans la série homogène. Si ce n'est pas le cas, l'élément de remplacement ayant le courant assigné le plus élevé parmi ceux dont le pouvoir de coupure est le plus élevé, est soumis aux essais n° 1 et n° 2.

Pour les éléments de remplacement d'une série homogène:

- l'élément de remplacement de courant assigné le plus élevé doit être soumis à tous les essais énumérés dans le tableau 7A;
- l'élément de remplacement de courant assigné le plus faible ne doit être soumis qu'aux essais énumérés dans le tableau 7B;
- l'élément de remplacement de courant assigné situé entre le courant le plus élevé et le plus faible doit être soumis aux essais énumérés dans le tableau 7C.

### 8.1.5.2 Testing of fuse-links of a homogeneous series

Fuse-links of different rated currents are considered to form a homogeneous series provided:

- they have enclosures identical in form and construction, and with the exception of fuse-elements, in dimension. This condition is also met when only the fuse-link contacts differ, in which case tests are performed with the fuse-link having the fuse-link contacts most likely to produce the least favourable test results;
- they have the same arc-extinguishing medium and the same completeness of filling;
- their fuse-elements consist of identical materials. They shall have the same length and form;

NOTE - For example, they may be formed with identical tools from material of different thickness.

- their cross-section, which may vary along the length of fuse-elements, as well as the number of fuse-elements, shall not exceed the cross-section and the number of fuse-elements, respectively, of those fuse-links having the highest rated current;
- the minimum distances between adjacent fuse-elements and between the fuse-elements and the inner surface of the cartridge is not less than those in the fuse-link having the highest rated current;
- they are suitable to be used with a given fuse-holder, or are intended to be used without a fuse-holder, but in an arrangement identical for all rated currents of the homogeneous series.
- With respect to the temperature-rise test the product  $RI_n^{3/2}$  does not exceed the corresponding value for the fuse-link which has the largest rated current of the homogeneous series. The resistance R shall be measured with the fuse-link as indicated in 8.1.5.1.
- With respect to the breaking-capacity test, the rated breaking capacity is not greater than that of the fuse-link having the largest current within the homogeneous series. Otherwise, the fuse-link of the largest rated current among those having the greater rated breaking capacity shall be subjected to tests no. 1 and no. 2.

For fuse-links of a homogeneous series:

- the fuse-link having the largest rated current shall be tested completely according to table 7A;
- the fuse-link having the smallest rated current shall be tested only according to table 7B;
- the fuse-links between the largest and the smallest rated current shall be tested according to table 7C.

**Tableau 7A – Liste des essais complets des éléments de remplacement  
et nombre d'éléments de remplacement à essayer**

| Essai selon le paragraphe   | Nombre d'échantillons        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | Eléments de remplacement «g» |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Eléments de remplacement «a» |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | 1                            | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1                            | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 |
| 8.1.4 Dimensions  | X                            | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   | X | X | X |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.1.5.1 Résistance  | X                            | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X                            | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 8.3 Echauffement et puissance dissipée  | X                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.1 a) Courant conventionnel de non-fusion                                  | X                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.1 b) Courant conventionnel de fusion                                      | X                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.2 Courant assigné   |                              | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.3 Caractéristiques temps-courant, balises                                 |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Balises, éléments de remplacement «g»   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| a) $I_{\min}$ (10 s)  |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| b) $I_{\max}$ (5 s)   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| c) $I_{\min}$ (0,1 s)   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| d) $I_{\max}$ (0,1 s)   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Balises, éléments de remplacement «a»   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |
| 8.4.3.4 Surcharge   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |
| 8.4.3.5 Essai conventionnel de protection des conducteurs contre les surcharges |                              |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.6 Indicateur de fusion <sup>3)</sup>                                      |                              |   |   | X | X | X | X | X |   |   |   |   |                              |   |   | X | X | X | X | X |   |   |   |   |   |
| Percuteur <sup>3)</sup>   |                              |   | X | X | X | X | X | X |   |   |   |   |                              |   |   | X | X | X | X | X | X |   |   |   |   |
| 8.5 n° 5 Pouvoir de coupure <sup>1)</sup>                                       |                              |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.5 n° 4 Pouvoir de coupure <sup>1)</sup>                                       |                              |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.5 n° 3 Pouvoir de coupure <sup>1)</sup>                                       |                              |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.5 n° 2 Pouvoir de coupure <sup>2)</sup>                                       |                              |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |
| 8.5 n° 1 Pouvoir de coupure <sup>2)</sup>                                       |                              |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |
| 8.6 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé <sup>4)</sup>                 |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.7 Caractéristiques $\hat{I}t$ <sup>4)</sup>                                   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.8 Degré de protection <sup>4)</sup>   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.9 Résistance à la chaleur <sup>4)</sup>                                       |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.10 Non-détérioration des contacts <sup>4)</sup>                               |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.11.1 Résistance mécanique <sup>4)</sup>                                       |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.11.2.1 Absence de tensions internes <sup>4) 5)</sup>                          |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.11.2.2 Résistance à la chaleur anormale et au feu <sup>4)</sup>               |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |
| 8.11.2.3 Résistance à la rouille <sup>4)</sup>                                  |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

<sup>1)</sup> S'applique également à la caractéristique temps-courant, si la température de l'air ambiant est comprise entre 15 °C et 25 °C (voir 8.4.3.3).  
Pour les éléments de remplacement essayés dans un socle conventionnel d'essai, les essais selon 3a), 4a) et 5a) de 8.4.3.3 peuvent être effectués.

<sup>2)</sup> S'applique également aux caractéristiques d'amplitude du courant coupé et  $\hat{I}t$  (voir 8.6 et 8.7).

<sup>3)</sup> Ne s'applique qu'aux éléments de remplacement munis d'un indicateur de fusion ou d'un percuteur.

<sup>4)</sup> Le cas échéant, essai conformément à 8.6 à 8.11 relatifs aux systèmes de fusibles traités dans les parties subséquentes. Le nombre d'échantillons dépend du système et du matériau.

<sup>5)</sup> Pour les éléments de remplacement dont les parties transportant le courant consistent en un alliage de cuivre laminé à teneur en cuivre de moins de 83 %.

**Table 7A – Survey of complete tests on fuse-links and number of fuse-links to be tested**

| Test according to subclause |  | Number of samples |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|-----------------------------|--|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|                             |  | "g"<br>fuse-links |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | "a"<br>fuse-links |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|                             |  | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | 3 | 3 |  |
| 8.1.4                       | Dimensions   | X                 | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                 | X | X |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.1.5.1                     | Resistance   | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X |  |
| 8.3                         | Temperature rise, power dissipation                | X                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.4.3.1 a)                  | Conventional non-fusing current                    | X                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.4.3.1 b)                  | Conventional fusing current                        | X                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.4.3.2                     | Rated current                                      |                   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.4.3.3                     | Time-current characteristics, gates                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|                             | Gates, "g" fuse-links                              |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|                             | a) $I_{min}$ (10 s)                                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|                             | b) $I_{max}$ (5 s)                                 |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|                             | c) $I_{min}$ (0,1 s)                               |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|                             | d) $I_{max}$ (0,1 s)                               |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|                             | Gates, "a" fuse-links                              |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |  |
| 8.4.3.4                     | Overload   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |  |
| 8.4.3.5                     | Conventional cable overload protection             |                   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.4.3.6                     | Indicating device <sup>3)</sup>                    |                   |   |   | X | X | X | X | X |   |   |   |   |   |   |   | X                 | X | X | X | X |   |   |   |   |   |  |
|                             | Striker <sup>3)</sup>                              |                   |   | X | X | X | X | X | X |   |   |   |   |   |   |   | X                 | X | X | X | X | X |   |   |   |   |  |
| 8.5 no. 5                   | Breaking capacity <sup>1)</sup>                    |                   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.5 no. 4                   | Breaking capacity <sup>1)</sup>                    |                   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.5 no. 3                   | Breaking capacity <sup>1)</sup>                    |                   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.5 no. 2                   | Breaking capacity <sup>2)</sup>                    |                   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.5 no. 1                   | Breaking capacity <sup>2)</sup>                    |                   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |  |
| 8.6                         | Cut-off current characteristic <sup>4)</sup>       |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.7                         | $I^2t$ characteristic <sup>4)</sup>                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.8                         | Degree of protection <sup>4)</sup>                 |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.9                         | Resistance to heat <sup>4)</sup>                   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.10                        | Non-deterioration of contacts <sup>4)</sup>        |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.11.1                      | Mechanical strength <sup>4)</sup>                  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.11.2.1                    | Freedom from season cracking <sup>4) 5)</sup>      |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 8.11.2.2                    | Resistance to abnormal heat and fire <sup>4)</sup> |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |                   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |  |
| 8.11.2.3                    | Resistance to rusting <sup>4)</sup>                |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

<sup>1)</sup> Valid also for time current characteristic, if ambient air temperature is between 15 °C and 25 °C (see 8.4.3.3)

For fuse-links tested in test-rigs, tests in accordance with 3a), 4a) and 5a) of 8.4.3.3 may be used.

<sup>2)</sup> Valid also for cut-off current and  $I^2t$  characteristics (see 8.6 and 8.7).

<sup>3)</sup> For fuse-links with indicating device or striker only.

<sup>4)</sup> Tests according to 8.6 to 8.11 relating to fuse-systems which are mentioned in subsequent parts may be possible. Number of samples to be tested depends on system and material.

<sup>5)</sup> For fuse-links with current-carrying parts made of rolled copper alloy with less than 83 % copper.



Tableau 7B – Liste des essais des éléments de remplacement de courant assigné le plus faible dans une série homogène et nombre d'éléments de remplacement à essayer

| Essai selon le paragraphe  |   | Nombre d'échantillons        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Eléments de remplacement     |   |   |   |
|--|---|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------|---|---|---|
|  |   | Eléments de remplacement «g» |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Eléments de remplacement «a» |   |   |   |
|  |   | 1                            | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3                            | 1 | 3 | 4 |
| 8.1.4  | Dimensions  | X                            | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X | X | X                            |   |   |   |
| 8.1.5.1  | Résistance  | X                            | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X                            | X | X | X |
| 8.4.3.1 a)   | Courant conventionnel de non-fusion                                     |                              |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.4.3.1 b)   | Courant conventionnel de fusion   |                              |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.4.3.2  | Courant assigné   |                              |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.4.3.3.1  | Caractéristiques temps-courant n° 3a 4)                                 | X                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |                              |   |   |   |
|  | n° 4a 4)  |                              | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |                              |   |   |   |
|  | n° 5a 4)  |                              |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                            |   |   |   |
| 8.4.3.3.2  | Balises, éléments de remplacement «g» a) I <sub>min</sub> (10 s)        |                              |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
|  | b) I <sub>max</sub> (5 s)   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
|  | c) I <sub>min</sub> (0,1 s)   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |                              |   |   |   |
|  | d) I <sub>max</sub> (0,1 s)   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |                              |   |   |   |
|  | Balises, éléments de remplacement «a»                                   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   | X |   |
| 8.4.3.4  | Surcharge   |                              |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   | X |   |
| 8.4.3.5  | Essai conventionnel de protection des conducteurs contre les surcharges |                              |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.4.3.6  | Indicateur de fusion 3)   |                              |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                            |   |   |   |
|  | Percuteur 3)  |                              |   |   |   | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                            | X |   |   |
| 8.5 n° 1   | Pouvoir de coupure 1)   |                              |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                            |   |   |   |
| 8.6  | Caractéristiques d'amplitude du courant coupé 2)                        |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.7  | Caractéristiques P <sub>t</sub> 2)                                      |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.8  | Degré de protection 2)  |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.9  | Résistance à la chaleur 2)  |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.10   | Non-détérioration des contacts 2)                                       |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.11.1   | Résistance mécanique 4)   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.11.2.2   | Résistance à la chaleur anormale et au feu 2)                           |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| 8.11.2.3   | Résistance à la rouille 2)  |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |
| <p>1) S'applique également aux caractéristiques d'amplitude du courant coupé et P<sub>t</sub> (voir 8.6 et 8.7).</p> <p>2) Le cas échéant, essai conformément à 8.6 à 8.11 relatifs aux systèmes de fusibles traités dans les parties subséquentes. Le nombre d'échantillons dépend du système et du matériau.</p> <p>3) Ne s'applique qu'aux éléments de remplacement munis d'un indicateur de fusion ou d'un percuteur.</p> <p>4) Excepté pour les éléments «gD», «gG» et «gM» car des essais appropriés sont effectués en relation avec la vérification des balises (voir 8.4.3.3.2).</p> |   |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |   |

**Table 7B – Survey of tests on fuse-links of smallest rated current of homogeneous series and number of fuse-links to be tested**

| Test according to subclause   | Number of samples |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|   | "g"<br>fuse links |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | "a"<br>fuse-links |   |   |   |   |   |   |   |
|   | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 |
| 8.1.4 Dimensions  | X                 | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |                   | X | X | X |   |   |   |   |
| 8.1.5.1 Resistance  | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X                 | X | X | X | X | X | X | X |
| 8.4.3.1 a) Conventional non-fusing current  |                   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.1 b) Conventional fusing current  |                   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.2 Rated current   |                   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.3.1 Time-current characteristics<br>no. 3a <sup>4)</sup>  | X                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   | X |   |   |   |   |   |   |
| no. 4a <sup>4)</sup>  |                   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   | X |   |   |   |   |   |   |
| no. 5a <sup>4)</sup>  |                   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   | X |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.3.2 Gates, "g" fuse-links   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| a) $I_{min}$ (10 s)   |                   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| b) $I_{max}$ (5 s)  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| c) $I_{min}$ (0,1 s)  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| d) $I_{max}$ (0,1 s)  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X                 |   |   |   |   |   |   |   |
| Gates, "a" fuse-links   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   | X |
| 8.4.3.4 Overload  |                   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |                   |   |   |   |   |   | X |   |
| 8.4.3.5 Conventional cable overload protection  |                   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.4.3.6 Indicating device <sup>3)</sup>   |                   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   | X |   |   |   |
| Striker <sup>3)</sup>   |                   |   |   | X | X |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   | X | X |   |   |
| 8.5 no. 1 Breaking capacity <sup>1)</sup>   |                   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   | X |   |   |   |
| 8.6 Cut-off current characteristic <sup>2)</sup>  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.7 $I^2t$ characteristic <sup>2)</sup>   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.8 Degree of protection <sup>2)</sup>  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.9 Resistance to heat <sup>2)</sup>  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.10 Non-deterioration of contacts <sup>2)</sup>  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.11.1 Mechanical strength <sup>4)</sup>  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.11.2.2 Resistance to abnormal heat and fire <sup>2)</sup>   |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8.11.2.3 Resistance to rusting <sup>2)</sup>  |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |
| <sup>1)</sup> Valid also for cut-off current and $I^2t$ characteristics (see 8.6 and 8.7).<br><sup>2)</sup> Tests according to 8.6 to 8.11 relating to fuse-systems which are mentioned in subsequent parts may be possible. Number of samples to be tested depends on system and material.<br><sup>3)</sup> For fuse-links with indicating device or striker only.<br><sup>4)</sup> With the exception of "gD", "gG" and "gM", as adequate tests are carried out in connection with verification of the gates (see 8.4.3.3.2). |                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |   |   |   |   |   |

Tableau 7C – Liste des essais des éléments de remplacement de courant assigné compris entre le courant assigné le plus fort et le courant assigné le plus faible d'une série homogène et nombre d'éléments de remplacement à essayer

| Essai selon le paragraphe  | Nombre d'échantillons        |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |
|--|------------------------------|---|---|---|---|---|---|------------------------------|---|---|
|  | Eléments de remplacement «g» |   |   |   |   |   |   | Eléments de remplacement «a» |   |   |
|  | 1                            | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                            | 2 | 2 |
| 8.1.4 Dimensions   | X                            | X |   |   |   |   |   | X                            |   | X |
| 8.1.5.1 Résistance   | X                            | X | X | X | X | X | X | X                            | X | X |
| 8.4.3.1 a) Courant conventionnel de non-fusion   | X                            |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |
| 8.4.3.2 Courant assigné  | X                            |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |
| 8.4.3.3.1 Caractéristiques temps-courant n° 4a <sup>1)</sup>   |                              | X |   |   |   |   |   | X                            |   |   |
| 8.4.3.3.2 Balises, éléments de remplacement «g»  |                              |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |
| a) I <sub>min</sub> (10 s)   |                              |   |   | X |   |   |   |                              |   |   |
| b) I <sub>max</sub> (5 s)  |                              |   |   |   | X |   |   |                              |   |   |
| c) I <sub>min</sub> (0,1 s)  |                              |   |   |   |   | X |   |                              |   |   |
| d) I <sub>max</sub> (0,1 s)  |                              |   |   |   |   |   | X |                              |   |   |
| Balises, éléments de remplacement «a»  |                              |   |   |   |   |   |   |                              | X | X |
| 8.4.3.5 Essai conventionnel de protection des conducteurs contre les surcharges  |                              |   | X |   |   |   |   |                              |   |   |
| NOTE – Les essais peuvent être effectués sous tension réduite.   |                              |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |
| <sup>1)</sup> Excepté pour les éléments «gD», «gG» et «gM» car des essais appropriés sont effectués en relation avec la vérification des balises (voir 8.4.3.3.2). |                              |   |   |   |   |   |   |                              |   |   |

8.1.6 Essais des ensembles porteurs

Les ensembles porteurs doivent être soumis aux essais selon le tableau 8.

Tableau 8 – Liste des essais complets des ensembles porteurs et nombre d'ensembles porteurs à essayer

| Essai selon le paragraphe   | Nombre d'échantillons |   |   |   |
|---|-----------------------|---|---|---|
|   | 1                     | 1 | 3 | 3 |
| 8.1.4 Dimensions  | X                     |   | X | X |
| 8.2 Qualités isolantes  | X                     |   |   |   |
| 8.3 Echauffement et puissance dissipable  |                       | X |   |   |
| 8.5 Valeur de crête du courant admissible   |                       | X |   |   |
| 8.8 Degré de protection   | X                     |   |   |   |
| 8.9 Résistance à la chaleur   |                       | X |   |   |
| 8.10 Non-détérioration des contacts   |                       |   |   | X |
| 8.11.1 Résistance mécanique   | X                     | X | X | X |
| 8.11.2.1 Absence de tensions internes <sup>1)</sup>   |                       |   | X |   |
| 8.11.2.2 Résistance à la chaleur anormale et au feu   | X                     |   |   |   |
| 8.11.2.3 Résistance à la rouille  |                       | X |   |   |
| <sup>1)</sup> Pour les ensembles porteurs dont les parties transportant le courant consistent en un alliage de cuivre laminé à teneur en cuivre de moins de 83 %.   |                       |   |   |   |
| NOTE – Des essais supplémentaires applicables à des systèmes de fusibles particuliers mentionnés dans des parties subséquentes peuvent être effectués. Le nombre d'échantillons dépend du système et du matériau. |                       |   |   |   |

**Table 7C – Survey of tests on fuse-links of rated currents between the largest and the smallest rated current of a homogeneous series and number of fuse-links to be tested**

| Test according to subclause   | Number of samples |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |
|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|-------------------|---|---|
|   | "g"<br>fuse-links |   |   |   |   |   |   | "a"<br>fuse-links |   |   |
|   | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1                 | 2 | 2 |
| 8.1.4 Dimensions  | X                 | X |   |   |   |   |   | X                 |   | X |
| 8.1.5.1 Resistance  | X                 | X | X | X | X | X | X | X                 | X | X |
| 8.4.3.1 a) Conventional non-fusing current  | X                 |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |
| 8.4.3.2 Rated current   | X                 |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |
| 8.4.3.3.1 Time-current characteristics<br>no. 4a <sup>1)</sup>  |                   | X |   |   |   |   |   | X                 |   |   |
| 8.4.3.3.2 Gates, "g" fuse-links   |                   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |
| a) $I_{min}$ (10 s)   |                   |   |   | X |   |   |   |                   |   |   |
| b) $I_{max}$ (5 s)  |                   |   |   |   | X |   |   |                   |   |   |
| c) $I_{min}$ (0,1 s)  |                   |   |   |   |   | X |   |                   |   |   |
| d) $I_{max}$ (0,1 s)  |                   |   |   |   |   |   | X |                   |   |   |
| Gates, "a" fuse-links   |                   |   |   |   |   |   |   |                   | X | X |
| 8.4.3.5 Conventional cable overload protection  |                   |   | X |   |   |   |   |                   |   |   |
| NOTE – The tests may be performed at reduced voltages.  |                   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |
| <sup>1)</sup> With the exception of "gD" "gG" and "gM", as adequate tests are carried out in connection with verification of the gates (see 8.4.3.3.2). |                   |   |   |   |   |   |   |                   |   |   |

**8.1.6 Testing of fuse-holders**

The fuse-holders shall be subjected to the tests according to table 8.

**Table 8 – Survey of complete tests on fuse-holders and number of fuse-holders to be tested**

| Test according to subclause  | Number of<br>samples |   |   |   |
|--|----------------------|---|---|---|
|  | 1                    | 1 | 3 | 3 |
| 8.1.4 Dimensions   | X                    |   | X | X |
| 8.2 Insulating properties  | X                    |   |   |   |
| 8.3 Temperature rise and power acceptance  |                      | X |   |   |
| 8.5 Peak withstand current   |                      | X |   |   |
| 8.8 Degree of protection   | X                    |   |   |   |
| 8.9 Resistance to heat   |                      | X |   |   |
| 8.10 Non-deterioration of contacts   |                      |   |   | X |
| 8.11.1 Mechanical strength   | X                    | X | X | X |
| 8.11.2.1 Freedom from season cracking <sup>1)</sup>  |                      |   | X |   |
| 8.11.2.2 Resistance to abnormal heat and fire  | X                    |   |   |   |
| 8.11.2.3 Resistance to rusting   |                      | X |   |   |
| <sup>1)</sup> For fuse-holders with current-carrying parts made of rolled copper alloy with less than 83 % copper.   |                      |   |   |   |
| NOTE – Additional tests relating to special fuse-systems which are mentioned in subsequent parts may be necessary. Number of samples depends on system and material. |                      |   |   |   |

## **8.2 Vérification des qualités isolantes**

### **8.2.1 Disposition de l'ensemble porteur**

En complément à 8.1.4:

L'ensemble porteur doit être pourvu d'éléments de remplacement de dimensions les plus grandes prévues pour ce type d'ensemble porteur.

Dans le cas où l'isolation est assurée par le socle du fusible, toutes les pièces métalliques doivent être placées aux points de fixation suivant les conditions d'installation du fusible indiquées par le constructeur, et doivent être considérées comme faisant partie de la masse de l'appareil. Sauf indication contraire du constructeur, le socle doit être fixé sur une surface métallique.

Lorsque l'élément de remplacement est remplaçable sous tension, les surfaces de l'élément de remplacement, du dispositif de manipulation ou, le cas échéant, du porte-fusible susceptible d'être touchées lors du remplacement correct, sont considérées comme faisant partie de la masse de l'appareil. En conséquence, ces surfaces, si elles sont en matière isolante, doivent être recouvertes de garnitures métalliques reliées à la masse pendant les essais; si elles sont métalliques, elles doivent être directement reliées à la masse.

Si des pièces isolantes supplémentaires sont prévues par le constructeur, par exemple des parois de séparation, ces pièces doivent être en place pendant les essais.

### **8.2.2 Points d'application de la tension d'essai**

La tension d'essai doit être appliquée:

- a) entre les parties actives et la masse, l'élément de remplacement et le dispositif de manipulation ou le porte-fusible éventuel étant en place;
- b) entre les bornes, l'élément de remplacement et le dispositif de manipulation ou le porte-fusible éventuel étant retirés;
- c) entre les parties actives de polarités différentes, dans le cas d'un ensemble porteur multipolaire, les éléments de remplacement de dimensions les plus grandes prévues pour cet ensemble porteur étant inséré et le ou les dispositifs de manipulation ou le ou les porte-fusibles éventuels étant en place;
- d) entre les parties actives qui, dans le cas d'un ensemble porteur multipolaire, peuvent être à des potentiels différents après le fonctionnement de l'élément de remplacement, le ou les porte-fusibles ou le ou les dispositifs de manipulation seuls (sans éléments de remplacement) étant en place.

### **8.2.3 Valeur de la tension d'essai**

Les valeurs efficaces de la tension d'essai à fréquence industrielle sont indiquées dans le tableau 9 en fonction de la tension assignée de l'ensemble porteur.

## **8.2 Verification of the insulating properties**

### **8.2.1 Arrangement of the fuse-holder**

In addition to the conditions of 8.1.4:

The fuse-holder shall be fitted with fuse-links of the largest dimensions envisaged for the type of fuse-holder concerned.

When the fuse-base itself is depended upon for insulation, metal parts shall be placed at their fixing points in accordance with the conditions of installation of the fuse indicated by the manufacturer, and these parts shall be considered as part of the frame of the apparatus. Unless otherwise specified by the manufacturer, the fuse-base shall be fixed to a metal plate.

If the fuse-link is intended to be replaceable while live, the surfaces of the fuse-link, of the device for replacing it or of the fuse-carrier, if any, which may be touched in the course of a correct replacement are considered as forming part of the fuse. Thus, these surfaces, if of insulating material, shall be provided with metal coverings connected during the tests to the frame of the apparatus; if of metal, they shall be connected directly to the frame.

If additional insulating means, e.g. partition walls, are provided by the manufacturer, these insulating means shall be in position during the tests.

### **8.2.2 Points of application of the test voltage**

The test voltage shall be applied:

- a) between live parts and the frame with the fuse-link and the device for replacing it or the fuse-carrier, if any, in position;
- b) between the terminals when the fuse-link and the device for replacing it or the fuse-carrier, if any, are removed;
- c) between live parts of different polarity in the case of a multipole fuse-holder with fuse-links of the maximum dimensions intended for that fuse-holder inserted and the device(s) for replacing the fuse-link(s) or the fuse-carrier(s), if any, in position;
- d) between live parts which, in the case of a multipole fuse-holder, can reach different potentials after the fuse-link has operated, with the fuse-carrier(s) or the device(s) for replacing the fuse-link(s) alone (without fuse-links) in position.

### **8.2.3 Value of test voltage**

The r.m.s. values of the power-frequency test voltage are shown in table 9 as a function of the rated voltage of the fuse-holder.

**Tableau 9 – Tension d'essai**

| Tension assignée $U_n$<br>de l'ensemble porteur<br>V |                          | Tension d'essai en courant<br>alternatif (valeur efficace)<br>V |
|--|--------------------------|---|
| Courants alternatif et continu                       | Inférieure ou égale à 60 | 1 000   |
|  | 61 – 300                 | 2 000   |
|  | 301 – 660                | 2 500   |
|  | 661 – 800                | 3 000   |
|  | 801 – 1 000              | 3 500   |
| Courant continu seulement                            | 1 001 – 1 200            | 3 500   |
|  | 1 201 – 1 500            | 5 000   |

#### 8.2.4 Méthode d'essai

**8.2.4.1** La tension d'essai doit être appliquée progressivement et maintenue à sa valeur maximale indiquée dans le tableau 9 pendant 1 min.

NOTE – La source de tension d'essai devra avoir un courant de court-circuit d'au moins 0,1 A pour le réglage correspondant à la tension d'essai à circuit ouvert.

**8.2.4.2** L'ensemble porteur doit être soumis à des conditions d'humidité atmosphérique.

L'épreuve hygroscopique doit être effectuée dans une enceinte humide contenant de l'air avec une humidité relative maintenue entre 91 % et 95 %.

La température de l'air, à l'endroit où l'échantillon est placé, doit être maintenue à 2 K près à une valeur appropriée  $T$  comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placé dans l'enceinte humide, l'échantillon doit être porté à une température s'écartant au plus de +2 K de la valeur  $T$  susmentionnée.

L'échantillon doit être maintenu dans l'enceinte pendant 48 h.

Immédiatement après cette épreuve et après essuyage des gouttes éventuelles qui se forment par condensation, la résistance d'isolement doit être mesurée en appliquant, entre les points prescrits en 8.2.2, une tension d'environ 500 V en courant continu.

#### 8.2.5 Résultats à obtenir

**8.2.5.1** Pendant l'application de la tension d'essai, on ne doit constater ni perforation de l'isolation, ni contournement. La formation d'effluves qui ne sont pas accompagnés d'une chute de tension peut être négligée.

**8.2.5.2** La résistance d'isolement mesurée selon 8.2.4.2 doit être au moins égale à 5 MΩ.

### 8.3 Vérification des limites d'échauffement et de la puissance dissipée

#### 8.3.1 Disposition du fusible

Sauf indication contraire par le constructeur, l'essai est effectué sur un seul fusible.

Le fusible doit être disposé à l'air libre comme prévu en 8.1.4 pour s'assurer que les résultats d'essai ne sont pas influencés par des conditions d'installation particulières.

Table 9 – Test voltage

| Rated voltage $U_n$<br>of the fuse-holder<br>V |                        | AC test voltage<br>(r.m.s.)<br>V |
|--|------------------------|----------------------------------|
| AC and d.c. currents                           | Up to and including 60 | 1 000                            |
|  | 61 – 300               | 2 000                            |
|  | 301 – 660              | 2 500                            |
|  | 661 – 800              | 3 000                            |
|  | 801 – 1 000            | 3 500                            |
| DC only  | 1 001 – 1 200          | 3 500                            |
|  | 1 201 – 1 500          | 5 000                            |

## 8.2.4 Test method

**8.2.4.1** The test voltage shall be applied progressively and maintained at its full value given in table 9 for 1 min.

NOTE – The test voltage source should have a short-circuit current of at least 0,1 A at the setting corresponding to the test voltage on open circuit.

**8.2.4.2** The fuse-holder shall be subjected to humid atmospheric conditions.

The humidity treatment shall be performed in a humidity cabinet containing air with a relative humidity maintained between 91 % and 95 %.

The temperature of the air, at the place where the sample is located, shall be maintained within 2 K of any convenient value  $T$  between 20 °C and 30 °C.

Before being placed in the humidity cabinet, the sample shall be brought to a temperature differing from the above-mentioned value  $T$  by not more than +2 K.

The sample shall be kept in the cabinet for 48 h.

Immediately after this treatment, and after wiping off any drops of water that result from condensation, the insulation resistance shall be measured between the points prescribed in 8.2.2 by applying a d.c. voltage of approximately 500 V.

## 8.2.5 Acceptability of test results

**8.2.5.1** Throughout the application of the test voltage, there shall be no breakdown of insulation or flashover. Glow discharges unaccompanied by a drop in voltage can be neglected.

**8.2.5.2** The insulation resistance measured according to 8.2.4.2 shall be not less than 5 MΩ.

## 8.3 Verification of temperature rise and power dissipation

### 8.3.1 Arrangement of the fuse

One fuse shall be used for the test unless otherwise stated by the manufacturer.

The fuse shall be mounted in free air as specified in 8.1.4 in order to make sure that the test results are not influenced by particular conditions of installation.



L'essai doit être effectué à une valeur de la température de l'air ambiant de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

La longueur des connexions doit être d'au moins 1 m des deux côtés de chaque fusible. Dans les cas où il serait nécessaire ou souhaitable d'arranger plusieurs fusibles dans un essai combiné, ils peuvent être montés en série. Il en résulterait une longueur totale de 2 m environ entre deux bornes de fusibles montés en série. Les câbles seront aussi droits que possible. Leurs sections doivent être choisies en conformité avec le tableau 10, sauf quand ils sont spécifiés dans les parties subséquentes. Pour des courants assignés jusqu'à 400 A, des câbles à un seul conducteur à âme en cuivre et isolés au polychlorure de vinyle (PVC) noir doivent être utilisés. Pour des courants assignés de 500 A à 800 A, il est admis d'utiliser soit les câbles susmentionnés, soit des barres en cuivre nues. Pour des courants assignés supérieurs, des barres en cuivre peintes en noir mat sont uniquement utilisées. Les couples de torsion des vis utilisées pour le raccordement des câbles aux bornes seront indiqués dans les parties subséquentes.

### **8.3.2 Mesure de l'échauffement**

Les valeurs d'échauffement des contacts et bornes du fusible indiquées dans le tableau 4 sont déterminées au moyen des dispositifs de mesure qui paraissent les plus appropriés, pourvu que l'appareil de mesure ne puisse pratiquement pas influencer la température de l'organe. La méthode employée doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai.

### **8.3.3 Mesure de la puissance dissipée de l'élément de remplacement**

L'élément de remplacement doit être monté dans l'ensemble porteur ou le socle d'essai spécifié dans les parties subséquentes. La disposition d'essai doit correspondre aux indications de 8.3.1.

La puissance dissipée doit être mesurée en watts, les points de mesure sur l'élément de remplacement étant choisis de façon à permettre de mesurer la valeur la plus élevée. Les parties subséquentes doivent préciser les points de mesure.

### **8.3.4 Méthode d'essai**

Les essais (8.3.4.1 et 8.3.4.2) doivent être prolongés jusqu'à ce qu'il soit évident que l'échauffement maximal ne dépasserait pas les limites spécifiées si les essais étaient prolongés suffisamment longtemps pour que la température de régime soit atteinte. On admet que la température de régime est atteinte lorsque la variation n'excède pas 1 K par heure. La mesure doit être effectuée pendant le dernier quart d'heure de l'essai. L'essai peut être fait sous tension réduite.

#### **8.3.4.1 Echauffement de l'ensemble porteur**

L'essai d'échauffement doit être effectué en courant alternatif, en utilisant soit l'élément de remplacement qui atteint, sous le courant assigné de l'ensemble porteur, une puissance dissipée équivalente à la puissance dissipable assignée pour ce type d'ensemble porteur, soit l'élément de remplacement d'essai spécifié dans les parties subséquentes. Le courant appliqué doit être le courant assigné de l'ensemble porteur.

#### **8.3.4.2 Puissance dissipée d'un élément de remplacement**

L'essai doit être effectué sous le courant assigné de l'élément de remplacement.

The test shall be performed at an ambient air temperature of  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

The connections on either side of each single fuse shall be not less than 1 m in length. In cases where it might be necessary or desirable to arrange more than one fuse in a combined test, the fuses may be connected in series. This would result in a total length of about 2 m between two fuse terminals in series. The cable should be as straight as possible. Unless specified in subsequent parts, the cross-sectional area shall be selected in accordance with table 10. For rated currents up to 400 A, single-core copper-conductor cables insulated with black polyvinyl chloride (PVC) shall be used as connections. For rated currents of 500 A to 800 A, either single-core copper conductors insulated with black PVC or bare copper bars may be used. For higher rated currents, matt black painted copper bars only are used. Torques for the screws connecting the cables to the terminals are given in subsequent parts.

### **8.3.2 Measurement of the temperature rise**

The values of the temperature rise given in table 4 for the contacts and terminals of the fuse shall be determined by means of measuring devices that appear most suitable, provided that the measuring device cannot appreciably influence the temperature of the fuse part. The method used shall be indicated in the test report.

### **8.3.3 Measurement of the power dissipation of the fuse-link**

The fuse-link shall be mounted in the fuse-holder or test rig as specified in subsequent parts. The test arrangement shall be as specified in 8.3.1.

The power dissipation shall be measured in watts, the points between which the measurement is taken being chosen on the fuse-link so as to give the maximum value. Points for the measurement are given in subsequent parts.

### **8.3.4 Test method**

The tests (8.3.4.1 and 8.3.4.2) shall be continued until it becomes evident that the temperature rise would not exceed the specified limits if the tests were continued until a steady temperature were reached. A steady temperature shall be deemed to have been reached when the variation does not exceed 1 K per hour. The measurement shall be made during the last quarter hour of the test. It is permissible to make the test at reduced voltage.

#### **8.3.4.1 Temperature rise of the fuse-holder**

The test for temperature rise shall be made with a.c. by using a fuse-link which, at the rated current of the fuse-holder, attains a power dissipation equivalent to the rated acceptance of the fuse-holder or with a dummy fuse-link where specified in subsequent parts. The current applied shall be the rated current of the fuse-holder.

#### **8.3.4.2 Power dissipation of a fuse-link**

The test shall be made with a.c. at the rated current of the fuse-link.

Tableau 10 – Sections des conducteurs en cuivre pour les essais  
(selon les paragraphes 8.3 et 8.4)

| Courant assigné<br>A  | Section<br>mm <sup>2</sup> |
|---|----------------------------|
| 2   | 1                          |
| 4   | 1                          |
| 6   | 1                          |
| 8   | 1,5                        |
| 10  | 1,5                        |
| 12  | 1,5                        |
| 16  | 2,5                        |
| 20  | 2,5                        |
| 25  | 4                          |
| 32  | 6                          |
| 40  | 10                         |
| 50  | 10                         |
| 63  | 16                         |
| 80  | 25                         |
| 100   | 35                         |
| 125   | 50                         |
| 160   | 70                         |
| 200   | 95                         |
| 250   | 120                        |
| 315   | 185                        |
| 400   | 240                        |
| 500   | 2 × 150 ou 2 × (30 × 5)*   |
| 630   | 2 × 185 ou 2 × (40 × 5)*   |
| 800   | 2 × 240 ou 2 × (50 × 5)*   |
| 1 000   | 2 × (60 × 5)*              |
| 1 250   | 2 × (80 × 5)*              |
| * Sections recommandées pour les fusibles destinés à être raccordés à des barres de cuivre. La nature et la disposition des connexions doivent être précisées dans le procès-verbal d'essai. Pour les barres peintes en noir mat, la distance entre les deux barres parallèles d'un même pôle sera de 5 mm environ. |                            |

NOTE – Les valeurs du tableau 10 ainsi que les limites d'échauffement fixées dans le tableau 4 sont des conventions valables pour l'essai d'échauffement spécifié en 8.3.4. Un fusible utilisé ou essayé dans des conditions correspondant à celles d'une installation réelle déterminée peut avoir des connexions dont le type, la nature et la disposition seront différentes de ceux adoptés pour l'essai. Par conséquent, une limite d'échauffement différente peut en résulter, être demandée ou acceptée.

8.3.5 Résultats à obtenir

Les échauffements ne doivent pas être supérieurs aux valeurs spécifiées dans le tableau 4.

La puissance dissipée de l'élément de remplacement ne doit pas être supérieure à sa puissance dissipée assignée ou à la valeur indiquée dans les parties subséquentes. La puissance dissipable pour l'ensemble porteur ne doit pas être inférieure à la puissance dissipée assignée des éléments de remplacement destinés à être utilisés dans cet ensemble porteur, ou aux valeurs spécifiées dans les parties subséquentes.

**Table 10 – Cross-sectional area of copper conductors for tests corresponding to subclauses 8.3 and 8.4**

| Rated current<br>A | Cross-sectional area<br>mm <sup>2</sup> |
|--------------------|---|
| 2                  | 1                                       |
| 4                  | 1                                       |
| 6                  | 1                                       |
| 8                  | 1,5                                     |
| 10                 | 1,5                                     |
| 12                 | 1,5                                     |
| 16                 | 2,5                                     |
| 20                 | 2,5                                     |
| 25                 | 4                                       |
| 32                 | 6                                       |
| 40                 | 10                                      |
| 50                 | 10                                      |
| 63                 | 16                                      |
| 80                 | 25                                      |
| 100                | 35                                      |
| 125                | 50                                      |
| 160                | 70                                      |
| 200                | 95                                      |
| 250                | 120                                     |
| 315                | 185                                     |
| 400                | 240                                     |
| 500                | 2 × 150 or 2 × (30 × 5)*                |
| 630                | 2 × 185 or 2 × (40 × 5)*                |
| 800                | 2 × 240 or 2 × (50 × 5)*                |
| 1 000              | 2 × (60 × 5)*                           |
| 1 250              | 2 × (80 × 5)*                           |

\* Recommended cross-sectional areas for fuses designed to be connected to copper bars. The type and arrangement of the connections used shall be stated in the test report. For matt black painted bars: the distance between the two parallel bars of the same polarity should be approximately 5 mm.

NOTE – The values given in table 10, as well as the temperature-rise limits fixed in table 4, should be considered as a convention which is valid for the temperature-rise test specified in 8.3.4. A fuse used or tested according to conditions which correspond to a given installation may have connections of a type, nature and disposition which are different from these test conditions. In consequence, another temperature-rise limit may result, be required or accepted.

### 8.3.5 Acceptability of test results

The temperature rises shall not exceed the values specified in table 4.

The power dissipation of the fuse link shall not exceed its rated power dissipation or the value specified in subsequent parts. The power acceptance of the fuse-holder shall be not less than the rated power dissipation of the fuse-links intended to be used in that fuse-holder, or the values specified in subsequent parts.

A la suite de l'essai, le fusible doit être en état de fonctionnement satisfaisant. En particulier, les parties isolantes des ensembles porteurs doivent subir l'essai diélectrique suivant les modalités en 8.2, après retour à la température ambiante (voir tableau 9); en outre, elles ne doivent pas avoir subi de déformations susceptibles de nuire au bon fonctionnement.

#### **8.4 Vérification du fonctionnement**

##### **8.4.1 Disposition du fusible**

La disposition d'essai est indiquée en 8.1.4.

La longueur et la section des conducteurs raccordés doivent correspondre aux valeurs indiquées en 8.3.1 et être choisies en fonction du courant assigné de l'élément de remplacement. Voir tableau 10.

##### **8.4.2 Température de l'air ambiant**

Pendant ces essais, la température de l'air ambiant doit être de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

##### **8.4.3 Méthode d'essai et résultats à obtenir**

###### **8.4.3.1 Vérification des courants conventionnels de non-fusion et de fusion**

Il est autorisé d'effectuer les essais suivants sous une tension réduite:

- a) L'élément de remplacement est soumis à son courant conventionnel de non-fusion ( $I_{nf}$ ) pendant un temps égal au temps conventionnel spécifié dans le tableau 2. Il ne doit pas fonctionner pendant ce temps.
- b) L'élément de remplacement, après refroidissement jusqu'à la température ambiante, est soumis au courant conventionnel de fusion ( $I_f$ ). Il doit fonctionner dans le temps spécifié dans le tableau 2.

###### **8.4.3.2 Vérification du courant assigné d'éléments de remplacement «g»**

Pour la vérification du courant assigné d'un élément de remplacement, les essais suivants sont effectués avec le fusible disposé conformément à 8.4.1. Ces essais peuvent être effectués sous tension réduite.

Un élément de remplacement est soumis à un essai cyclique de 100 h consistant en des cycles dont chacun comprend une période de fonctionnement de durée égale au temps conventionnel, et une période de non-fonctionnement de durée égale à 0,1 fois le temps conventionnel. Le courant d'essai est égal à 1,05 fois le courant assigné de l'élément de remplacement. A la suite de cet essai, les caractéristiques de l'élément de remplacement ne doivent pas avoir subi de changements. Cette condition doit être vérifiée par l'essai décrit au point a) de 8.4.3.1.

###### **8.4.3.3 Vérification des caractéristiques temps-courant et balises**

###### **8.4.3.3.1 Caractéristiques temps-courant**

Les caractéristiques temps-courant peuvent être vérifiées sur la base des résultats obtenus d'après les relevés oscillographiques effectués pendant les essais suivant 8.5.

On détermine les valeurs des durées correspondant aux phases comprises:

- 1) entre le moment de la fermeture du circuit et celui où la mesure de la tension fait apparaître la formation d'un arc;
- 2) entre le moment de la fermeture du circuit et celui où le courant est définitivement coupé.

After the test, the fuse shall be in a satisfactory condition. In particular, the insulating parts of the fuse-holders shall withstand the test voltage according to 8.2 after having cooled down to ambient temperature (see table 9); in addition, they shall not have suffered any deformation that would impair their correct operation.

## **8.4 Verification of operation**

### **8.4.1 Arrangement of the fuse**

The test arrangement is that specified in 8.1.4.

Length and cross-sectional area of conductors connected shall correspond to those specified in 8.3.1 and shall be selected according to the rated current of the fuse-link. See table 10.

### **8.4.2 Ambient air temperature**

The ambient air temperature during these tests shall be  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

### **8.4.3 Test method and acceptability of test results**

#### **8.4.3.1 Verification of conventional non-fusing and fusing current**

It is permissible to make the following tests at a reduced voltage:

- a) The fuse-link is subjected to its conventional non-fusing current ( $I_{nf}$ ) for a time equal to the conventional time specified in table 2. It shall not operate during this time.
- b) The fuse-link, after having cooled down to ambient temperature, is subjected to the conventional fusing current ( $I_f$ ). It shall operate within the conventional time as specified in table 2.

#### **8.4.3.2 Verification of rated current of "g" fuse-links**

For the verification of the rated current of a fuse-link the following tests are performed, the fuse being mounted as specified in 8.4.1. It is permissible to make these tests at a reduced voltage.

One fuse-link is submitted to a pulse test for 100 h, in which the fuse-link will be cyclically loaded. Each cycle with an on-period of the conventional time and an off-period of 0,1 of the conventional time, the test current being equal to 1,05 of the rated current of the fuse-link. After the test the fuse-link shall not have changed its characteristics. Verification shall be carried out by the test as described in item a) of 8.4.3.1.

#### **8.4.3.3 Verification of time-current characteristics and gates**

##### **8.4.3.3.1 Time-current characteristics**

The time-current characteristics may be verified on the basis of the results obtained from the oscillographic records taken during the performance of the test according to 8.5.

The following periods are determined:

- 1) from the instant of closing the circuit until the instant when the voltage measurement shows the beginning of the arc;
- 2) from the instant of closing the circuit until the instant when the circuit is definitely broken.

Les valeurs des durées de préarc et de fonctionnement ainsi déterminées, rapportées à l'abscisse correspondant au courant présumé, doivent se trouver à l'intérieur de la zone temps-courant indiquée par le constructeur ou spécifiée dans les parties subséquentes.

Lorsque, pour les éléments de remplacement d'une série homogène (voir 8.1.5.2), l'essai complet selon 8.5 n'est effectué que sur l'élément de remplacement dont le courant assigné est le plus élevé, on peut se contenter, pour les calibres inférieurs, de vérifications portant uniquement sur les durées de préarc. Dans ce cas, les essais supplémentaires doivent être effectués à une température de l'air ambiant de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  et aux seules valeurs du courant présumé suivantes:

- pour les éléments de remplacement «g», excepté pour les éléments «gD», «gG» et «gM» pour lesquels les essais appropriés sont effectués en relation avec la vérification des balises (voir 8.4.3.3.2):
  - essai 3a) entre 10 et 20 fois;
  - essai 4a) entre 5 et 8 fois;
  - essai 5a) entre 2,5 et 4 fois le courant assigné de l'élément de remplacement;
- pour les éléments de remplacement «a»:
  - essai 3a) entre  $5 k_2$  et  $8 k_2$  fois;
  - essai 4a) entre  $2 k_2$  et  $3 k_2$  fois;
  - essai 5a) entre  $k_2$  et  $1,5 k_2$  fois le courant assigné de l'élément de remplacement (voir figure 2).

Ces essais supplémentaires peuvent être effectués sous tension réduite. Dans ce cas et lorsque la durée de préarc est supérieure à 0,02 s, la valeur du courant mesurée pendant l'essai doit être considérée comme valeur du courant présumé.

#### 8.4.3.3.2 Vérification des balises

En plus des essais susmentionnés, les éléments de remplacement «gG» et «gM» doivent satisfaire aux essais suivants qui peuvent être effectués sous tension réduite.

- a) Un élément de remplacement est soumis au courant de la colonne 2 du tableau 3 pendant 10 s. Il ne doit pas fonctionner.
- b) Un élément de remplacement est soumis au courant de la colonne 3 du tableau 3. Il doit fonctionner dans les 5 s.
- c) Un élément de remplacement est soumis au courant de la colonne 4 du tableau 3 pendant 0,1 s. Il ne doit pas fonctionner.
- d) Un élément de remplacement est soumis au courant de la colonne 5 du tableau 3. Il doit fonctionner en 0,1 s.

#### 8.4.3.4 Surcharge

Le dispositif d'essai est le même que celui correspondant à l'essai d'échauffement (voir 8.3.1). Trois éléments de remplacement doivent être soumis à 50 impulsions de même durée et avec le même courant d'essai.

Pour les éléments de remplacement «g», la valeur du courant d'essai doit être égale à 0,8 fois le courant correspondant à une durée minimale de préarc de 5 s sur la caractéristique temps de préarc-courant minimal indiqué par le constructeur. La durée de chaque impulsion doit être de 5 s et l'intervalle de temps séparant la fin d'une impulsion du début de l'impulsion suivante doit être égale à 20 % du temps conventionnel spécifié au tableau 2.

The values of pre-arcing and operating times so determined, referred to the abscissa corresponding to the value of prospective current, shall be within the time-current zone indicated by the manufacturer, or specified in subsequent parts.

When for the fuse-links of a homogeneous series (see 8.1.5.2) the complete test according to 8.5 is only made on that fuse-link having the largest rated current, it shall be sufficient for the smaller current ratings to verify only the pre-arcing time. In this case, the supplementary tests shall be made at an ambient air temperature of  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  and at the following values of prospective current only:

- for "g" fuse-links, with the exception of "gD", "gG" and "gM", as adequate tests are carried out in connection with verification of the gates (see 8.4.3.3.2):
  - test 3a) between 10 and 20 times;
  - test 4a) between 5 and 8 times;
  - test 5a) between 2,5 and 4 times the rated current of the fuse-link;
- for "a" fuse-links:
  - test 3a) between  $5 k_2$  and  $8 k_2$  times;
  - test 3b) between  $2 k_2$  and  $3 k_2$  times;
  - test 5a) between  $k_2$  and  $1,5 k_2$  times the rated current of the fuse-link (see figure 2).

These supplementary tests may be performed at a reduced voltage. In this case, where the pre-arcing time exceeds 0,02 s, the value of the current measured during the test shall be considered to be the value of the prospective current.

#### 8.4.3.3.2 Verification of gates

The following tests may be made at a reduced voltage. Additional to the above-mentioned tests, the following shall be verified for "gG" and "gM" fuse-links.

- a) A fuse-link is subjected to the current of table 3, column 2 for 10 s. It shall not operate.
- b) A fuse-link is subjected to the current of table 3, column 3. It shall operate within 5 s.
- c) A fuse-link is subjected to the current of table 3, column 4 for 0,1 s. It shall not operate.
- d) A fuse-link is subjected to the current of table 3, column 5. It shall operate within 0,1 s.

#### 8.4.3.4 Overload

The test arrangement is the same as that for the temperature-rise test (see 8.3.1). Three fuse-links shall be submitted to 50 pulses having the same duration and the same test current.

For "g" fuse-links, the test current shall be 0,8 times the current determined from the manufacturer's minimum pre-arcing time-current characteristics for a pre-arcing time of 5 s. The duration of each pulse shall be 5 s and the time interval between pulses shall be 20 % of the conventional time specified in table 2.



Pour des éléments de remplacement «a», le courant d'essai doit correspondre à  $k_1 I_n \pm 2\%$ . La durée de l'impulsion doit être égale au temps correspondant à  $k_1 I_n$  sur la courbe de surcharge indiquée par le constructeur. L'intervalle de temps séparant la fin d'une impulsion du début de l'impulsion suivante doit être égal à 30 fois la durée de l'impulsion.

Cet essai peut être effectué sous tension réduite.

NOTE – Sous réserve de l'accord du constructeur, l'intervalle de temps entre deux impulsions peut être diminué.

Après leur refroidissement jusqu'à la température ambiante, les éléments de remplacement doivent être soumis à un courant égal à celui utilisé pour l'essai de surcharge. La durée de préarc, sous l'effet de ce courant, doit être située à l'intérieur de la zone temps-courant indiquée par le constructeur.

#### 8.4.3.5 Essai conventionnel de protection des conducteurs contre les surcharges (pour les éléments de remplacement «gG» seulement)

Pour vérifier l'aptitude des éléments de remplacement à assurer la protection des conducteurs contre les surcharges, un élément de remplacement est soumis à l'essai conventionnel suivant. L'élément de remplacement est monté dans l'ensemble porteur pour lequel il est prévu ou dans le socle conventionnel d'essai conformément aux dispositions en 8.4.1 mais muni de conducteurs en cuivre isolés au PVC de sections conformes aux valeurs indiquées dans le tableau 11. Le fusible et le conducteur qui lui est relié doivent être préchauffés au courant assigné de l'élément de remplacement pendant un temps égal au temps conventionnel.

Le courant d'essai est ensuite relevé à  $1,45 I_z$  ( $I_z$  étant spécifié dans le tableau 11). L'élément de remplacement doit fonctionner dans un temps inférieur au temps conventionnel.

Cet essai peut être effectué sous tension réduite.

NOTE – Cet essai n'est pas nécessaire si le produit  $1,45 I_z$  est supérieur au courant conventionnel de fusion.

Tableau 11 – Essai conformément au paragraphe 8.4.3.5

| $I_n$ de l'élément de remplacement   | Section nominale des conducteurs en cuivre de remplacement | $I_z$ * |
|--|--|---------|
| A  | mm <sup>2</sup>  | A       |
| 12   | 1  | 15      |
| 16   | 1,5  | 19,5    |
| 20 et 25   | 2,5  | 26      |
| 32   | 4  | 35      |
| 40   | 6  | 46      |
| 50 et 63   | 10   | 63      |
| 80   | 16   | 85      |
| 100  | 25   | 112     |
| 125  | 35   | 138     |
| 160  | 50   | 168     |
| 200  | 70   | 213     |
| 250  | 120  | 299     |
| 315  | 185  | 392     |
| 400  | 240  | 461     |
| * Courants admissibles $I_z$ pour deux conducteurs chargés (voir tableau 52-C1/C de la CEI 60364-5-523). |  |         |

For "a" fuse-links, the test current shall be equal to  $k_1 I_n \pm 2 \%$ . The pulse duration shall correspond to that indicated on the overload curve for  $k_1 I_n$  as stated by the manufacturer. The intervals between pulses shall be 30 times the pulse duration.

This test may be carried out at a reduced voltage.

NOTE – With the manufacturer's consent, the interval between pulses may be reduced.

After having been allowed to cool down to ambient air temperature, the fuse-links shall be subjected to a current equal to that used during the overload test. The pre-arcing time, when passing this current, shall be shown to lie within the manufacturer's time-current zone.

**8.4.3.5 Conventional cable overload protection (for "gG" fuse-links only)**

In order to verify that fuse-links are capable of protecting cables against overload, one fuse-link is submitted to the following conventional test. The fuse-link is mounted in its appropriate fuse-holder or test rig as specified in 8.4.1, but provided with PVC insulated copper conductors of a cross-sectional area as specified in table 11. The fuse and the conductor connected to it shall be preheated with the rated current of the fuse-link for a time equal to the conventional time.

The test current is then increased to a value of  $1,45 I_z$  ( $I_z$  being specified in table 11). The fuse-link shall operate in a time less than the conventional time.

This test may be carried out at a reduced voltage.

NOTE – It is not necessary to perform this test if the product  $1,45 I_z$  is greater than the conventional fusing current.

**Table 11 – Table for test in subclause 8.4.3.5**

| $I_n$ of fuse-link | Nominal cross-sectional area of copper conductors | $I_z$ * |
|--------------------|---|---------|
| A                  | mm <sup>2</sup>                                   | A       |
| 12                 | 1   | 15      |
| 16                 | 1,5   | 19,5    |
| 20 and 25          | 2,5   | 26      |
| 32                 | 4   | 35      |
| 40                 | 6   | 46      |
| 50 and 63          | 10  | 63      |
| 80                 | 16  | 85      |
| 100                | 25  | 112     |
| 125                | 35  | 138     |
| 160                | 50  | 168     |
| 200                | 70  | 213     |
| 250                | 120   | 299     |
| 315                | 185   | 392     |
| 400                | 240   | 461     |

\* Current-carrying capacity  $I_z$  for two loaded conductors (see tables 52-C1/C of IEC 60364-5-523).

#### 8.4.3.6 Fonctionnement des indicateurs de fusion et des percuteurs éventuels

La vérification du bon fonctionnement des indicateurs de fusion est effectuée en même temps que celle du pouvoir de coupure (voir 8.5.5).

Pour la vérification du fonctionnement des percuteurs éventuels, un échantillon supplémentaire doit être essayé à un courant de:

- $I_4$  (voir tableaux 12A et 12B) dans le cas d'éléments de remplacement «g»;
- $2 k_1 I_n$  dans le cas d'éléments de remplacement «a» (voir figure 2);

et sous une tension de rétablissement de:

- 20 V pour les tensions assignées inférieures ou égales à 500 V;
- $0,04 U_n$  pour les tensions assignées supérieures à 500 V.

Les valeurs de la tension de rétablissement peuvent être dépassées de 10 %.

Au cours de tous les essais, le percuteur doit fonctionner sous une tension de rétablissement de:

- 20 V au moins.

Si, au cours d'un de ces essais, il y a une défaillance de l'indicateur de fusion ou du percuteur, l'essai n'en sera pas pour autant considéré comme négatif, si le constructeur peut prouver que cette défaillance n'est pas inhérente au type, mais due à un défaut propre à l'échantillon essayé.

### 8.5 Vérification du pouvoir de coupure

#### 8.5.1 Disposition du fusible

La disposition du fusible est spécifiée en 8.1.4.

Des conducteurs appropriés doivent être disposés sur une longueur de 0,2 m environ de chaque côté du fusible complet dans le plan du dispositif de raccordement et dans la direction de la ligne reliant les bornes du fusible. A cette distance, ils doivent être fixés solidement. Au-delà de ce point, ils doivent être pliés à angle droit vers l'arrière. Ces conditions sont considérées comme remplies lorsqu'on utilise les socles d'essai spécifiés dans les parties subséquentes.

#### 8.5.2 Caractéristiques du circuit d'essai

Le schéma du circuit d'essai est représenté à la figure 4.

Le circuit d'essai doit être unipolaire, c'est-à-dire qu'on doit essayer un seul fusible à une tension basée sur la tension assignée.

NOTE – Le circuit unipolaire est considéré comme donnant suffisamment d'informations pour l'utilisation dans des circuits triphasés.

Le circuit d'essai doit être alimenté par une source de puissance suffisante pour permettre la vérification des caractéristiques spécifiées.

La source d'alimentation doit être protégée par un disjoncteur ou un autre appareil approprié D, une résistance réglable R en série avec une inductance réglable L devant permettre de régler les caractéristiques du circuit. Le circuit doit être fermé au moyen d'un appareil approprié C.

Les valeurs à prendre en considération sont indiquées dans les tableaux 12A et 12B.

#### 8.4.3.6 Operation of indicating devices and striker, if any

The correct operation of indicating devices is verified in combination with the verification of breaking capacity (see 8.5.5).

For verifying the operation of strikers, if any, an additional test sample shall be tested at a current:

- $I_4$  (see tables 12A and 12B) in the case of "g" fuse-links;
- $2 k_1 I_n$  in the case of "a" fuse-links (see figure 2);

and at a recovery voltage of:

- 20 V for rated voltages not exceeding 500 V;
- $0,04 U_n$  for rated voltages exceeding 500 V.

The values of the recovery voltage may be exceeded by 10 %.

The striker shall operate during all tests made at a recovery voltage of:

- at least 20 V.

If during one of these tests, the indicating device or striker fails, the test shall not be considered as negative on this account, if the manufacturer can furnish evidence that such failure is not typical of the fuse type, but it is due to a fault of the individual tested sample.

### 8.5 Verification of the breaking capacity

#### 8.5.1 Arrangement of the fuse

The test arrangement is that specified in 8.1.4.

Suitable conductors shall be arranged for a length of approximately 0,2 m on either side of the complete fuse in the plane of the connecting device and in the direction of the connecting line between the terminals of the fuse. At this distance, they shall be rigidly supported. Beyond this point, they shall be bent at right angles towards the back. This arrangement is considered to be met when using test rigs as specified in subsequent parts.

#### 8.5.2 Characteristics of the test circuit

The test circuit is shown by way of example in figure 4.

The test circuit shall be of the single-pole type, i.e. one fuse shall be tested at a voltage based on its rated voltage.

NOTE – The single-phase test is deemed to give sufficient information also for application in three-phase circuits.

The source of energy supplying the test circuit shall be of sufficient power to enable the specified characteristics to be proved.

The source of energy shall be protected by a circuit-breaker or other suitable apparatus D; an adjustable resistor R in series with an adjustable inductor L shall allow the characteristics of the test circuit to be adjusted. The circuit shall be closed by means of a suitable apparatus C.

The values to be considered are indicated in tables 12A and 12B.

– Pour le courant alternatif:

Lorsque la fréquence assignée du fusible est de 50 Hz ou 60 Hz ou n'est pas indiquée (voir 5.4), les essais doivent être effectués à une fréquence d'alimentation comprise entre 45 Hz et 62 Hz. Lorsque d'autres fréquences sont indiquées, les essais doivent être effectués à ces fréquences avec une tolérance de  $\pm 20\%$ .

L'inductance L doit être du type sans fer pour les essais n<sup>os</sup> 1 et 2.

La valeur crête de la tension de rétablissement à fréquence industrielle de la première demi-période complète après l'interruption du courant ainsi que les cinq valeurs de crête suivantes doivent correspondre à la valeur de crête correspondant à la valeur efficace spécifiée dans le tableau 12A.

– Pour le courant continu:

Pour la vérification du pouvoir de coupure en courant continu, on utilise un circuit inductif dont les résistances montées en série permettent de régler le courant présumé. La valeur de l'inductance peut être obtenue par le couplage en série et en parallèle de bobines d'inductances appropriées. Les bobines peuvent avoir des noyaux en fer, pourvu qu'elles ne se saturent pas pendant l'essai.

La constante de temps doit se situer à l'intérieur des limites fixées dans le tableau 12B.

Pendant les 100 ms suivant l'extinction définitive de l'arc, la valeur moyenne de la tension de rétablissement en courant continu ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée dans le tableau 12B.

### 8.5.3 Dispositifs de mesure

La courbe de courant doit être enregistrée par l'un des circuits de mesure O<sub>1</sub> d'un dispositif d'enregistrement branché aux bornes d'un dispositif de mesure approprié. Un autre circuit de mesure O<sub>2</sub> de dispositif d'enregistrement doit être branché, par l'intermédiaire de résistances ou d'un transformateur de tension, suivant le cas, aux bornes de la source d'alimentation lors de l'étalonnage du circuit, puis à celles du fusible, lors de l'essai de celui-ci.

Les tensions d'arc survenant au cours des essais n<sup>os</sup> 1 et 2 doivent être mesurées à l'aide d'un circuit de mesure (transducteur, dispositif de transmission et d'enregistrement) de sensibilité et de réponse en fréquence adéquates. Un dispositif d'enregistrement peut être utilisé s'il remplit ces conditions.

### 8.5.4 Etalonnage du circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être étalonné en remplaçant le fusible à essayer par une connexion provisoire A d'impédance négligeable par rapport à celle du circuit d'essai (voir figure 4).

Les résistances R et les inductances L doivent être réglées de façon à obtenir, à l'instant voulu, le courant désiré, ainsi que:

- en courant alternatif, le facteur de puissance désiré sous une tension de rétablissement à fréquence industrielle égale à  $105^{+5}_0\%$  de la tension assignée pour un fusible de tension assignée 690 V et  $110^{+5}_0\%$  de la tension assignée pour tous les autres fusibles. Le facteur de puissance doit être déterminé selon l'une des méthodes indiquées dans l'annexe A, ou d'autres méthodes conduisant à une meilleure précision;
- en courant continu, la constante de temps désirée sous une tension de rétablissement égale, en valeur moyenne, à  $115^{+5}_-9\%$  de la tension assignée du fusible à essayer.

– For a.c.:

When the rated frequency of the fuse is 50 Hz or 60 Hz or is not indicated (see 5.4), the test shall be made at a supply frequency between 45 Hz and 62 Hz. If other frequencies are indicated, the tests shall be performed at these frequencies with a tolerance of  $\pm 20\%$ .

The inductor L shall be an air-cored inductor for tests nos. 1 and 2.

The peak value of the power-frequency recovery voltage within the first full half-cycle after clearing and for the next five successive peaks shall correspond to the peak value relating to the r.m.s. value specified in table 12A.

– For d.c.:

Breaking capacity tests shall be made with d.c. on an inductive circuit with series resistance for the adjustment of the prospective current. The inductance can be made up by series and parallel connection of suitable inductance coils. They may have iron cores, provided they do not saturate during the test.

The time constant shall lie between the limits indicated in table 12B.

The mean value of d.c. recovery voltage during 100 ms after final arc extinction shall be not less than the value specified in table 12B.

### 8.5.3 Measuring instruments

The current trace shall be recorded by one of the measuring circuits  $O_1$  of an oscillograph connected to the terminals of an appropriate measuring device. Another measuring circuit  $O_2$  of the oscillograph shall be connected by means of resistors or a voltage transformer, as the case may be, to the terminals of the source of energy during the calibration test, and to the terminals of the fuse during the test of the latter.

The arc voltages occurring during tests nos. 1 and 2 shall be measured by means of a measuring circuit (i.e. transducer, transmission and recording device) which has adequate sensitivity and frequency response. An oscillograph may be used provided it meets these requirements.

### 8.5.4 Calibration of test circuit

The test circuit shall be calibrated with a provisional connection A of a negligible impedance compared with that of the test circuit (see figure 4) in place of the fuse to be tested.

The resistors R and the inductors L shall be so adjusted as to obtain at the desired instant the desired value of current, and:

- in the case of a.c., the desired power factor at a power frequency recovery voltage  $105^{+5}_0\%$  of the rated voltage for a 690 V fuse and  $110^{+5}_0\%$  of the rated voltage for all other fuses. The power factor shall be determined by one of the methods specified in annex A or by other methods giving improved accuracy;
- in the case of d.c., the desired time constant at a mean value of recovery voltage  $115^{+5}_9\%$  of the rated voltage of the fuse to be tested.

Tableau 12A – Valeurs pour les essais de vérification du pouvoir de coupure des fusibles pour courant alternatif

|   |                              | Essai selon 8.5.5.1   |   |   |   |   |
|---|------------------------------|---|---|---|---|---|
|   |                              | n° 1  | n° 2  | n° 3  | n° 4  | n° 5  |
| Tension de rétablissement à fréquence industrielle            |                              | 110 <sup>+5</sup> <sub>0</sub> % de la tension assignée*  |   |   |   |   |
| Courant présumé d'essai                                       | Eléments de remplacement «g» | <i>I</i> <sub>1</sub>   | <i>I</i> <sub>2</sub>                         | <i>I</i> <sub>3</sub> = 3,2 <i>I</i> <sub>1</sub>                       | <i>I</i> <sub>4</sub> = 2,0 <i>I</i> <sub>1</sub>                       | <i>I</i> <sub>5</sub> = 1,25 <i>I</i> <sub>1</sub>                  |
|   | Eléments de remplacement «a» |   |   | <i>I</i> <sub>3</sub> = 2,5 <i>k</i> <sub>2</sub> <i>I</i> <sub>n</sub> | <i>I</i> <sub>4</sub> = 1,6 <i>k</i> <sub>2</sub> <i>I</i> <sub>n</sub> | <i>I</i> <sub>5</sub> = <i>k</i> <sub>2</sub> <i>I</i> <sub>n</sub> |
| Tolérance sur le courant                                      |                              | +10<br>-0 %*  | Non applicable                                | ±20 %   | +20<br>-0 %   |   |
| Facteur de puissance  |                              | 0,2-0,3 pour courants présumés inférieurs ou égaux à 20 kA<br><br>0,1-0,2 pour courants présumés supérieurs à 20 kA | Même étendue de valeurs que pour l'essai n° 1 | 0,3-0,5**   |   |   |
| Angle de fermeture après passage par zéro de la tension       |                              | Non applicable  | 0 <sup>+20</sup> <sub>-0</sub> °              | Non spécifié  |   |   |
| Commencement de l'arc après passage par zéro de la tension*** |                              | Pour un essai: 40°-65°<br><br>Pour deux autres essais: 65°-90°  | Non applicable                                | Non applicable  |   |   |

\* Cette tolérance peut être dépassée, sous réserve de l'accord du constructeur.

\*\* Des facteurs de puissance inférieurs à 0,3 peuvent être admis sous réserve de l'accord du constructeur.

\*\*\* Si la condition relative au commencement de l'arc entre 40° et 65° après passage par zéro de la tension est difficile à réaliser, un essai doit être effectué avec un angle de fermeture après passage par zéro de la tension de 0<sup>+10</sup><sub>-0</sub> °.

Si, lors de cet essai, l'arc commence à se former sous un angle supérieur à 65° après passage par zéro de la tension, l'essai doit être accepté au lieu de celui répondant à la condition du commencement de l'arc entre 40° et 65°. Si, toutefois, le commencement de l'arc se produit à un angle inférieur à 40° après passage par zéro de la tension, les trois essais spécifiés dans le tableau doivent être effectués.

*I*<sub>1</sub>: courant qui intervient dans l'expression du pouvoir de coupure assigné (voir 5.7).

*I*<sub>2</sub>: courant qui doit être choisi de façon que l'essai soit effectué dans des conditions voisines de celles donnant l'énergie d'arc maximale.

NOTE – Cette condition peut être considérée comme satisfaite si, au moment où l'arc commence à se former, la valeur instantanée du courant a atteint une valeur située entre 0,60  $\sqrt{2}$  et 0,75  $\sqrt{2}$  fois le courant présumé (valeur efficace de la composante alternative).

A titre d'information pour l'application pratique, il est indiqué que cette valeur du courant *I*<sub>2</sub> peut être trouvée entre trois et quatre fois le courant (valeur efficace périodique) qui correspond à la durée de préarc d'une demi-période.

*I*<sub>3</sub>, *I*<sub>4</sub>, *I*<sub>5</sub>: les essais effectués à ces valeurs du courant d'essai sont considérés comme apportant la preuve que le fusible est capable de fonctionner de manière satisfaisante dans la gamme des surintensités faibles.

*I*<sub>1</sub>: courant conventionnel de fusion (voir 8.4.3.1) pour le temps conventionnel indiqué dans le tableau 2.

*k*<sub>2</sub>: voir figure 2.

Table 12A – Values for breaking-capacity tests on a.c. fuses

|   |                    | Test according to 8.5.5.1  |   |                     |  |                  |
|---|--------------------|--|---|---------------------|--|------------------|
|   |                    | No. 1  | No. 2   | No. 3               | No. 4  | No. 5            |
| Power-frequency recovery voltage          |                    | $110 \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$ % of the rated voltage*                              |   |                     |  |                  |
| Prospective test current                  | For "g" fuse-links | $I_1$  | $I_2$   | $I_3 = 3,2 I_f$     | $I_4 = 2,0 I_f$                                  | $I_5 = 1,25 I_f$ |
|   | For "a" fuse-links |  |   | $I_3 = 2,5 k_2 I_n$ | $I_4 = 1,6 k_2 I_n$                              | $I_5 = k_2 I_n$  |
| Tolerance on current                      |                    | $+10 \begin{smallmatrix} -0 \end{smallmatrix}$ %*  | Not applicable  | $\pm 20$ %          | $+20 \begin{smallmatrix} -0 \end{smallmatrix}$ % |                  |
| Power factor                              |                    | 0,2-0,3 for prospective current up to and including 20 kA<br>0,1-0,2 for prospective current above 20 kA | Same range as used for test no. 1                     | 0,3-0,5**           |  |                  |
| Making angle after voltage zero           |                    | Not applicable   | $0 \begin{smallmatrix} +20 \\ -0 \end{smallmatrix}$ ° | Not specified       |  |                  |
| Initiation of arcing after voltage zero** |                    | For one test: 40°-65°<br><br>For two more tests: 65°-90°   | Not applicable  | Not applicable      |  |                  |

- \* This tolerance may be exceeded with the manufacturer's consent.
- \*\* Power factors lower than 0,3 may be permitted with the manufacturer's consent.
- \*\*\* Where difficulty is experienced in meeting the requirement for initiation of arcing between 40° and 65° after voltage zero, a test shall be performed with a making angle after voltage zero of  $0 \begin{smallmatrix} +10 \\ -0 \end{smallmatrix}$  °.

If, on this test, arcing is initiated at an angle of more than 65° after voltage zero, then the test shall be accepted in lieu of that meeting the 40° to 65° requirements for start of arcing. Should, however, arcing be initiated at an angle of less than 40° after voltage zero, then the three tests specified in the table shall be achieved.

- $I_1$ : current which is used in the designation of the rated breaking capacity (see 5.7).
- $I_2$ : current which shall be chosen in such a manner that the test is made under conditions which approximate those giving maximum arc energy.

NOTE – This condition may be deemed to be satisfied if the instantaneous value of the current at the beginning of arcing has reached a value between  $0,60 \sqrt{2}$  and  $0,75 \sqrt{2}$  times the prospective current (r.m.s. value of the a.c. component).

As guide for practical application, the value of current  $I_2$  may be found between three and four times the current (symmetrical r.m.s. value) which corresponds to a pre-arcing time of one half-cycle.

- $I_3, I_4, I_5$ : the tests made with these test currents are deemed to verify that the fuse is able to operate satisfactorily in the range of small overcurrents.

- $I_f$ : conventional fusing current (see 8.4.3.1) for the conventional time indicated in table 2.

- $k_2$ : see figure 2.



Tableau 12B – Valeurs pour les essais de vérification du pouvoir de coupure des fusibles pour courant continu

|  | Essai selon 8.5.5.1  |                |                 |                 |                  |
|--|--|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|  | n° 1   | n° 2           | n° 3            | n° 4            | n° 5             |
| Valeur moyenne de la tension de rétablissement*  | 115 <sup>+5</sup> <sub>-9</sub> % de la tension assignée** |                |                 |                 |                  |
| Courant présumé d'essai  | $I_1$  | $I_2$          | $I_3 = 3,2 I_t$ | $I_4 = 2,0 I_t$ | $I_5 = 1,25 I_t$ |
| Tolérance sur le courant   | +10<br>-0 %**  | Non applicable | ±20 %           | +20<br>-0 %     |                  |
| Constante de temps   | 15 ms à 20 ms  |                |                 |                 |                  |
| <p>* Cette tolérance comprend les ondulations.</p> <p>** Sous réserve de l'accord du constructeur, ces valeurs peuvent être dépassées.</p> <p><math>I_1</math>: courant qui intervient dans l'expression du pouvoir de coupure assigné (voir 5.7).</p> <p><math>I_2</math>: courant qui doit être choisi de façon que l'essai soit effectué dans des conditions voisines de celles donnant l'énergie d'arc maximale.</p> <p>NOTE – Cette condition peut être considérée comme satisfaite si, au moment où l'arc commence à se former, le courant a atteint une valeur située entre 0,5 et 0,8 fois le courant présumé.</p> <p><math>I_3, I_4, I_5</math>: les essais effectués à ces valeurs du courant d'essai sont considérés comme apportant la preuve que le fusible est capable de fonctionner de manière satisfaisante dans la gamme des surintensités faibles.</p> <p><math>I_t</math>: courant conventionnel de fusion (voir 8.4.3.1) pour le temps conventionnel indiqué dans le tableau 2.</p> |  |                |                 |                 |                  |

On considère que la valeur de la constante de temps est égale à l'abscisse OA (voir figure 6a) du point sur la courbe de courant correspondant à 0,632  $I$ .

Lorsque des inductances à noyaux en fer sont utilisées, les résultats obtenus par cette méthode peuvent induire en erreur du fait du magnétisme rémanent du noyau. Dans de tels cas, l'inductance peut être excitée par le courant d'essai nécessaire à travers une résistance en série, et être mise en court-circuit sur le circuit d'essai pour permettre la mesure du temps nécessaire au courant pour retomber à 0,368  $I$ . Le circuit d'alimentation doit être déconnecté immédiatement après la mise en court-circuit de l'inductance.

L'étalonnage peut être effectué sous tension réduite à condition que le rapport entre la tension et le courant dans le circuit d'essai soit assuré.

Pour établir le circuit, on ferme l'appareil D dont on règle le retard de façon à permettre d'atteindre approximativement le régime établi du courant avant que l'appareil ne déclenche; on ferme ensuite l'appareil C et l'on enregistre, avec le circuit de mesure  $O_1$ , la courbe de courant et, avec le circuit de mesure  $O_2$ , la courbe de tension avant la fermeture de l'appareil C et après l'ouverture de l'appareil D.

La valeur du courant doit être déduite de l'oscillogramme de l'annexe A, cette annexe étant donnée comme exemple.

8.5.5 Méthode d'essai

8.5.5.1 Pour vérifier que l'élément de remplacement remplit les conditions de 7.5, et sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, les essais n°s 1 à 5 définis ci-après doivent être effectués avec les valeurs indiquées dans le tableau 12A pour le courant alternatif, et dans le tableau 12B pour le courant continu (voir 8.5.2).

Table 12B – Values for breaking capacity tests on d.c. fuses

|   | Test according to 8.5.5.1                                 |                |                 |                 |                  |
|---|---|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|   | No. 1   | No. 2          | No. 3           | No. 4           | No. 5            |
| Mean value of recovery voltage*   | 115 <sup>+5</sup> <sub>-9</sub> % of the rated voltage ** |                |                 |                 |                  |
| Prospective test current  | $I_1$   | $I_2$          | $I_3 = 3,2 I_t$ | $I_4 = 2,0 I_t$ | $I_5 = 1,25 I_t$ |
| Tolerance on current  | +10<br>-0 %**   | Not applicable | ±20 %           | +20<br>-0 %     |                  |
| Time constant**   | 15 ms to 20 ms  |                |                 |                 |                  |
| <p>* This tolerance includes ripple.</p> <p>** With the manufacturer's consent this value may be exceeded.</p> <p><math>I_1</math>: current which is used in the designation of the rated breaking capacity (see 5.7).</p> <p><math>I_2</math>: current which shall be chosen in such a manner that the test is made under conditions which approximate those giving maximum arc energy.</p> <p>NOTE – This condition may be deemed to be satisfied if the current at the beginning of arcing has reached a value between 0,5 and 0,8 times the prospective current.</p> <p><math>I_3, I_4, I_5</math>: the tests made with these test currents are deemed to verify that the fuse is able to operate satisfactorily in the range of small overcurrents.</p> <p><math>I_t</math>: conventional fusing current (see 8.4.3.1) for the conventional time indicated in table 2.</p> |   |                |                 |                 |                  |

The value of the time constant is deemed to be given by the abscissa OA (see figure 6a) of the point of the current trace corresponding to 0,632  $I$ .

Where iron core inductors are used, the above indicated method may give misleading results due to residual magnetism of the core. In such cases the inductor may be energized at the required test current via a series resistor and the inductor short-circuited via the test-circuit to measure the time taken for the current to fall to 0,368  $I$ . The supply circuit must be disconnected immediately after the inductor is short-circuited.

The test circuit may be calibrated at reduced voltage, provided that the ratio between the voltage and the current in the test circuit is ensured.

The circuit shall be prepared by closing the apparatus D, the time lag of which is so adjusted as to allow an approximately steady value of current to be reached before it opens; apparatus C shall then be closed and the current trace recorded by measuring circuit O<sub>1</sub>, and the voltage trace before the closing of apparatus C and after the opening of apparatus D recorded by measuring circuit O<sub>2</sub>.

The value of current shall be computed from the oscillogram in annex A. Annex A is given as an example.

8.5.5 Test method

8.5.5.1 In order to verify that the fuse-link satisfies the conditions of 7.5, tests nos. 1 to 5 as described below shall be made with the values stated in table 12A for a.c. and in table 12B for d.c. (see 8.5.2), if not otherwise specified in subsequent parts.

**Essais n°s 1 et 2:**

Pour chacun de ces essais, il est procédé consécutivement à l'essai de trois échantillons.

En courant alternatif, si, au cours de l'essai n° 1, les conditions prescrites pour l'essai n° 2 sont remplies lors d'un ou de plusieurs essais, il n'est pas nécessaire de les répéter au cours de l'essai n° 2.

En courant continu, si, au cours de l'essai n° 1, la formation d'arc s'effectue pour un courant égal ou supérieur à 0,5 I, il n'est pas nécessaire de procéder à l'essai n° 2.

En courant alternatif, si le courant présumé nécessaire pour satisfaire aux conditions requises pour l'essai n° 2 est supérieur au pouvoir de coupure assigné, les essais n° 1 et n° 2 doivent être remplacés par un essai au courant  $I_1$  effectué sur six échantillons avec six angles de fermeture différant entre eux de 30° environ entre chaque essai.

Pour vérifier la valeur de crête du courant admissible d'un ensemble porteur, l'essai n° 1 doit être effectué sur un ensemble complet de socle et d'élément de remplacement (voir 8.1.6), le porte-fusible, s'il existe, étant en place. Pour ces essais, le commencement de l'arc devrait intervenir entre 65° et 90° après le passage par zéro de la tension.

**Essais n°s 3 à 5:**

Pour chacun de ces essais, lorsqu'ils sont effectués en courant alternatif, le moment de la fermeture du circuit par rapport au passage par zéro de la tension peut être quelconque.

Si l'installation d'essai ne permet pas de maintenir le courant sous la pleine tension pendant toute la durée requise, il est admis de préchauffer le fusible sous tension réduite par un courant qui a environ la même valeur que le courant d'essai. Dans ce cas, la commutation au circuit d'essai selon 8.5.2 doit être effectuée avant que l'arc ne commence à se former et la durée de commutation  $T_1$  (durée d'interruption du courant) ne doit pas dépasser 0,2 s. Le temps entre l'instant où le courant est appliqué de nouveau et le commencement de l'arc ne doit pas être inférieur à trois fois  $T_1$ .

**8.5.5.2** Pour l'un des trois essais n° 2 et l'essai n° 4, la tension de rétablissement doit être maintenue à la valeur

- $100_{-0}^{+10}$  % pour un fusible de tension assignée 690 V et  $100_{-0}^{+15}$  % pour tous les autres fusibles,
- $100_{-0}^{+20}$  % de la tension assignée en courant continu,

pendant au moins

- 30 s après que le fonctionnement d'éléments de remplacement dont ni le corps, ni la matière de remplissage ne contient de matériau organique;
- 5 min après le fonctionnement des éléments de remplacement dans tous les autres cas, une commutation à une autre source d'alimentation étant permise après 15 s si la durée de commutation (temps sans tension) n'est pas supérieure à 0,1 s.

Pour tous les autres essais, la tension de rétablissement sera maintenue à la même valeur pendant 15 s après le fonctionnement du fusible.

Dans un laps de temps d'au moins 6 min et d'au plus 10 min après le fonctionnement, on mesure et consigne la résistance entre les contacts de l'élément de remplacement (voir 8.5.8). (Sous réserve de l'accord du constructeur, des durées plus courtes sont admises si l'élément de remplacement ne contient de matériau organique ni dans son corps, ni dans la matière de remplissage.)

*Tests nos. 1 and 2:*

For each of these tests, three samples shall be tested in succession.

For a.c., if during test no. 1 the requirements of test no. 2 are met during one or more tests, then these tests need not be repeated as part of test no. 2.

For d.c., if during test no. 1 arcing commences at a current equal to or greater than  $0,5 I_1$ , test no. 2 need not be performed.

For a.c., if the prospective current necessary to comply with the requirements of test no. 2 is greater than the rated breaking capacity, tests nos. 1 and 2 shall be replaced by a test made with the current  $I_1$ , on six samples at six making angles which differ approximately  $30^\circ$  between each test.

To verify the peak withstand current of a fuse-holder, test no. 1 shall be made on a complete assembly of fuse-base and fuse-link (see 8.1.6) without or with fuse-carrier, where applicable. For these tests, the initiation of arcing should be between  $65^\circ$  and  $90^\circ$  after voltage-zero.

*Tests nos. 3 to 5:*

For each of the tests, when performed with a.c., the closing of the circuit in relation to the passage of the voltage through zero may be at any instant.

If the testing arrangement does not permit the current to be maintained at the full voltage during all of the time required, the fuse may be pre-heated at reduced voltage by applying a current approximately equal to the value of the test current. In this case, switching over to the test circuit according to 8.5.2 shall take place before the arc is initiated, and the switching time  $T_1$  (interval without current) shall not exceed 0,2 s. The time interval between reapplication of the current and beginning of arcing shall be not less than three times  $T_1$ .

**8.5.5.2** For one of the three tests no. 2 and test no. 4, the recovery voltage shall be maintained at a value of

- $100 \begin{smallmatrix} +10 \\ -0 \end{smallmatrix} \%$  for fuse rated 690 V and  $100 \begin{smallmatrix} +15 \\ -0 \end{smallmatrix} \%$  for all other fuses,
- $100 \begin{smallmatrix} +20 \\ -0 \end{smallmatrix} \%$  of the rated voltage for d.c.,

for at least:

- 30 s after operation of fuse-links not containing organic materials in their body or filler;
- 5 min after operation of the fuse-links in all other cases, switching over to another source of supply being permitted after 15 s if the switching time (interval without voltage) does not exceed 0,1 s.

For all other tests, the recovery voltage shall be maintained at the same value for 15 s after operation of the fuse.

In a lapse of time of at least 6 min and maximum 10 min after the operation (with the manufacturer's consent shorter times are possible, if the fuse-link does not contain organic materials in its body or filler) the resistance between the contacts of the fuse-link shall be measured (see 8.5.8) and noted.

### 8.5.6 Température de l'air ambiant

Si les résultats des essais sont destinés à être utilisés également pour la vérification des caractéristiques temps-courant (voir 8.4.3.3), les essais du pouvoir de coupure doivent être effectués à une température de l'air ambiant de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

Si ces limites ne peuvent pas être respectées, il est admis d'effectuer les essais de vérification du pouvoir de coupure à une température de l'air ambiant située entre  $-5 ^\circ\text{C}$  et  $+40 ^\circ\text{C}$ . Dans ce cas, les essais nos 4 et 5 des tableaux 12A et 12B doivent cependant être répétés à une température de l'air ambiant de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  sous tension réduite pour la vérification de la caractéristique temps de préarc-courant.

### 8.5.7 Interprétation des oscillogrammes

Les figures 5 et 6 indiquent, à titre d'exemple, la façon d'interpréter les oscillogrammes dans les différents cas particuliers.

La tension de rétablissement doit être déterminée d'après l'oscillogramme correspondant au fusible en essai et évaluée comme indiqué sur les figures 5b et 5c dans le cas du courant alternatif, et sur les figures 6b et 6c dans le cas du courant continu.

La valeur de la tension de rétablissement en courant alternatif doit être mesurée entre la crête de la deuxième demi-onde non influencée et la droite tracée entre les crêtes des demi-ondes précédente et suivante.

La valeur de la tension de rétablissement en courant continu doit être mesurée comme valeur moyenne pendant la période de 100 ms qui suit l'extinction définitive de l'arc.

Pour déterminer la valeur du courant présumé, on compare la courbe de courant relevée lors de l'étalonnage du circuit (figure 5a pour le courant alternatif, figure 6a pour le courant continu) avec celle relevée lors de l'essai de vérification du pouvoir de coupure (figures 5b et 5c pour le courant alternatif, figures 6b et 6c pour le courant continu).

En courant alternatif, la valeur du courant présumé est la valeur efficace de la composante alternative de la courbe d'étalonnage à l'instant où l'arc commence à se former.

Si le temps entre la fermeture du circuit et l'instant où l'arc commence à se former est plus court qu'une demi-période, on mesure la valeur du courant présumé après un temps égal à une demi-période.

En courant continu et s'il n'y a pas eu limitation du courant, la valeur du courant présumé doit être déterminée d'après l'oscillogramme d'étalonnage à l'instant où l'arc commence à se former. S'il y a des ondulations, la courbe des valeurs efficaces doit être relevée; la valeur du courant présumé est alors prise égale à la valeur lue sur cette courbe à l'instant où l'arc commence à se former.

S'il y a eu limitation du courant, la valeur du courant présumé correspond à la valeur maximale en régime établi déterminée d'après l'oscillogramme d'étalonnage. S'il y a des ondulations, la courbe des valeurs efficaces doit être relevée; la valeur maximale de cette courbe est alors considérée comme valeur du courant présumé.

### 8.5.8 Résultats à obtenir

La tension d'arc survenant lors du fonctionnement de l'élément de remplacement lors des essais nos 1 et 2 ne doit pas être supérieure aux valeurs indiquées en 7.5 (tableau 5).

L'élément de remplacement doit fonctionner sans manifestations extérieures ou détériorations des parties du fusible complet dépassant celles indiquées ci-après.

### 8.5.6 Ambient air temperature

If the test results are also to be used for the verification of the time-current characteristics (see 8.4.3.3), the breaking-capacity tests shall be made at an ambient air temperature of  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

If these limits cannot be adhered to, it is permissible to make the breaking-capacity tests at an ambient air temperature between  $-5 ^\circ\text{C}$  and  $+40 ^\circ\text{C}$ . In this case, however, tests nos. 4 and 5 of tables 12A and 12B shall be repeated at an ambient-air temperature of  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  with reduced voltage in order to verify the pre-arcing time-current characteristics.

### 8.5.7 Interpretation of oscillograms

Figures 5 and 6 give, by way of example, the method of interpreting the oscillograms in the different cases.

The recovery voltage shall be determined from the oscillogram corresponding to the fuse tested, and shall be evaluated as shown in figures 5b and 5c for a.c. and figures 6b and 6c for d.c.

The value of the a.c. recovery voltage shall be measured between the peak of the second non-influenced half-wave and the straight line drawn between the peaks of the preceding and following half-waves.

The value of the d.c. recovery voltage shall be measured as the mean value during the period of 100 ms after final arc extinction.

In order to determine the value of prospective current, the current trace obtained during the calibration of the circuit (figure 5a for a.c. and figure 6a for d.c.) shall be compared with that obtained in the breaking test (figures 5b and 5c for a.c., figures 6b and 6c for d.c.).

For a.c. the value of prospective current is the r.m.s. value of the alternating component of the calibration curve corresponding to the instant of initiation of the arc.

If the time between the instant when the circuit is closed and the instant when the arc is initiated is shorter than one half-cycle, the value of prospective current shall be measured after a time lapse equal to a half-cycle.

For d.c., where cut-off does not occur, the value of prospective current shall be measured from the calibration oscillogram at the instant corresponding to the initiation of the arc. Where ripple is present, the r.m.s. curve shall be drawn and the value of this curve corresponding to the instant of initiation of the arc is considered as the prospective current.

Where cut-off occurs, the value of prospective current is the maximum steady value obtained from the calibration oscillograms. Where ripple is present, the r.m.s. curve shall be drawn and the maximum value of this curve is considered as the prospective current.

### 8.5.8 Acceptability of test results

The arc voltage occurring during operation of the fuse-link in tests nos. 1 and 2 shall not exceed the values stated in 7.5 (table 5).

The fuse-link shall operate without external effects or damage to the components of the complete fuse beyond those specified below.

Il ne doit se produire ni arc permanent ou amorçage, ni projection de flammes dangereuses pour le voisinage.

Après le fonctionnement, les parties du fusible autres que celles dont le remplacement après chaque fonctionnement est prévu ne doivent pas avoir subi de détériorations susceptibles de nuire à leur emploi ultérieur.

Les éléments de remplacement ne doivent pas être détériorés de telle façon que leur remplacement soit rendu difficile ou dangereux pour l'opérateur. Les éléments de remplacement ou leurs parties peuvent avoir changé de couleur ou présenter des fêlures, mais ils doivent rester en une pièce avant d'être retirés du porte-fusible ou du socle conventionnel d'essai.

La résistance entre les contacts de l'élément de remplacement, mesurée après chaque essai (voir 8.5.5.2) en courant continu sous une tension de 500 V environ, doit être au moins égale à:

- 50 000  $\Omega$  lorsque la tension assignée de l'élément de remplacement ne dépasse pas 250 V;
- 100 000  $\Omega$  dans tous les autres cas.

## **8.6 Vérification de la caractéristique d'amplitude du courant coupé**

### **8.6.1 Méthode d'essai**

Lorsque le constructeur a indiqué la caractéristique d'amplitude du courant coupé, celle-ci doit être vérifiée pour le courant présumé en relation avec l'essai n° 1 (voir 8.5), et la valeur correspondante doit être déduite des oscillogrammes.

### **8.6.2 Résultats à obtenir**

Les valeurs relevées ne doivent pas être supérieures à celles qui sont indiquées par le constructeur (voir 5.8.1).

## **8.7 Vérification des caractéristiques $I^2t$ et sélectivité en cas de surintensité**

### **8.7.1 Méthode d'essai**

Les caractéristiques  $I^2t$  indiquées par le constructeur doivent être vérifiées d'après les résultats de l'essai de vérification du pouvoir de coupure; elles peuvent également résulter d'un calcul basé sur les valeurs mesurées tenant compte des conditions de service (voir annexe B).

### **8.7.2 Résultats à obtenir**

Les valeurs  $I^2t$  de fonctionnement relevées ne doivent pas être supérieures aux valeurs indiquées par le constructeur ou spécifiées dans les parties subséquentes. Les valeurs  $I^2t$  de préarc relevées ne doivent pas être inférieures aux valeurs minimales de préarc qui sont indiquées par le constructeur ou qui sont comprises entre les limites indiquées dans le tableau 6 (voir 5.8.2 et annexe B).

### **8.7.3 Vérification de la conformité pour éléments de remplacement à 0,01 s**

La conformité avec les valeurs du tableau 6 est vérifiée sur la base des valeurs de  $I^2t$  de préarc résultant du cycle d'essai  $I_2$  et des valeurs de  $I^2t$  de préarc à 0,1 s.

Les valeurs de  $I^2t$  de préarc du cycle d'essai  $I_2$  pour les courants assignés les plus faibles d'une série homogène peuvent être calculées d'après la formule donnée dans l'annexe B.

There shall be no permanent arcing, flashover or any ejection of flames which may be dangerous to the surroundings.

After operation, the components of the fuse, with the exception of those intended to be replaced after each operation, shall not have suffered damage capable of hindering their further use.

Fuse-links shall not be so damaged that their replacement might be difficult or dangerous for the operator. The fuse-links or their parts may have changed their colour or may show cracks, provided that the fuse-link remains in one piece before its removal from the fuse-carrier or test rig.

The resistance between fuse-link contacts measured after each test (see 8.5.5.2) with a d.c. voltage of approximately 500 V shall be equal to at least:

- 50 000  $\Omega$  when the rated voltage of the fuse-link does not exceed 250 V;
- 100 000  $\Omega$  in all other cases.

## **8.6 Verification of the cut-off current characteristics**

### **8.6.1 Test method**

If the manufacturer has stated the cut-off current characteristic, this characteristic shall be verified for the prospective current in connection with test no. 1 (see 8.5), and the corresponding value shall be computed from the oscillograms.

### **8.6.2 Acceptability of test results**

The values measured shall not exceed those indicated by the manufacturer (see 5.8.1).

## **8.7 Verification of $I^2t$ characteristics and overcurrent discrimination**

### **8.7.1 Test method**

The  $I^2t$  characteristics indicated by the manufacturer shall be verified from the results of the breaking-capacity test, or can be given by a calculation based on measured values taking into account service conditions (see annex B).

### **8.7.2 Acceptability of test results**

The operating  $I^2t$  values measured shall not exceed the values indicated by the manufacturer or specified in subsequent parts. The pre-arcing  $I^2t$  values shall be not less than the minimum pre-arcing values given by the manufacturer, or they shall lie within the limits indicated in table 6 (see 5.8.2 and annex B).

### **8.7.3 Verification of compliance for fuse-links at 0,01 s**

Compliance with table 6 is determined from the pre-arcing  $I^2t$  values obtained from the test during  $I_2$  and the pre-arcing  $I^2t$  values at 0,1 s.

The pre-arcing  $I^2t$  values for test duty  $I_2$  for the smaller current ratings of a homogeneous series can be calculated from the formula given in annex B.



#### 8.7.4 Vérification de la sélectivité en cas de surintensités

La sélectivité des éléments de remplacement est vérifiée au moyen des caractéristiques temps-courant et des valeurs de  $I^2t$  de préarc et de fonctionnement.

NOTE – Dans la plupart des cas, il y a sélectivité entre fusible «gG» et/ou «gM» pour des courants présumés donnant lieu à des durées de préarc supérieures à 0,01 s. Le respect des valeurs de  $I^2t$  de préarc indiquées dans le tableau 6 est considéré comme vérification satisfaisante du rapport de sélectivité 1,6 à 1 entre courants assignés pour ces durées.

#### 8.8 Vérification du degré de protection des enveloppes

Lorsque le fusible est disposé dans une enveloppe, la vérification du degré de protection indiqué en 5.1.3 doit être effectuée suivant les conditions de la CEI 60529.

#### 8.9 Vérification de la résistance à la chaleur

Sauf indication contraire dans les parties subséquentes, la résistance à la chaleur est évaluée sur la base des résultats de l'ensemble des essais de fonctionnement, en particulier en fonction de 8.3 à 8.5 et de 8.10.

#### 8.10 Vérification de la non-détérioration des contacts

Pour vérifier qu'ils supportent sans détérioration leur maintien en service, sans intervention et pendant une longue durée, les contacts doivent être soumis à un essai qui reproduit des conditions de service sévères.

##### 8.10.1 Disposition du fusible

Cet essai doit être effectué sur trois échantillons. Ceux-ci sont disposés dans le circuit d'essai de telle façon qu'ils ne puissent pas s'influencer l'un l'autre. Le dispositif d'essai et l'élément de remplacement conventionnel d'essai doivent être ceux qui sont utilisés pour la vérification de l'échauffement et de la puissance dissipée (voir 8.1.4, 8.3.1 et 8.3.4.1).

Les échantillons sont équipés d'éléments de remplacement conventionnel d'essai normalisés pour le courant assigné le plus élevé parmi ceux qui sont prévus pour le socle du fusible (voir parties subséquentes).

##### 8.10.2 Méthode d'essai

Un cycle d'essai comprend une période avec charge et une période sans charge, rapportées au temps conventionnel. Les courants d'essai pour la période avec charge et pour la période sans charge sont spécifiés dans les parties subséquentes.

Les échantillons sont soumis à un premier essai de 250 cycles. Si les résultats de l'essai sont alors satisfaisants, l'essai est arrêté. Si les résultats de l'essai dépassent les limites spécifiées, l'essai est poursuivi jusqu'à 750 cycles.

Avant le début de l'essai cyclique, l'échauffement et/ou la chute de tension des contacts spécifiés dans les parties subséquentes doivent être mesurés sous le courant assigné lorsque les conditions d'équilibre ont été obtenues. L'essai doit être renouvelé après 250 cycles et, si nécessaire, après 750 cycles.

Si les fusibles sont si petits qu'on ne puisse pas espérer des mesures fiables sur les contacts, on peut utiliser la mesure sur les bornes comme critère de cet essai.

#### 8.7.4 Verification of overcurrent discrimination

The discrimination of the fuse-links is verified by means of the time-current characteristics and the pre-arcing and operating  $I^2t$  values.

NOTE – In most cases discrimination between "gG" and/or "gM" fuses occurs on prospective currents giving pre-arcing times greater than 0,01 s. Compliance with the values of pre-arcing  $I^2t$  given in table 6 is deemed to ensure a discrimination with ratio 1,6 to 1 between rated currents for these times.

#### 8.8 Verification of the degree of protection of enclosures

If the fuse is fitted in an enclosure, the degree of protection as specified in 5.1.3 shall be verified under the conditions stated in IEC 60529.

#### 8.9 Verification of resistance to heat

If not otherwise specified in subsequent parts, the resistance to heat is judged by the results of all operating tests, in particular with respect to 8.3 to 8.5 and 8.10.

#### 8.10 Verification of non-deterioration of contacts

By means of a test representing severe service conditions it shall be verified that contacts do not deteriorate when left undisturbed in service for a long period.

##### 8.10.1 Arrangement of the fuse

This test shall be performed on three samples. The test samples are arranged in the test circuit in such a way that they cannot influence each other. The test arrangement and the dummy fuse-links shall be the same as used for verification of temperature rise and power dissipation (see 8.1.4, 8.3.1 and 8.3.4.1).

The samples are provided with standardized dummy fuse-links of the highest current rating intended to be used in the fuse-holder (see subsequent parts).

##### 8.10.2 Test method

A test cycle consists of a load period and a non-load period referred to the conventional time. The test current for the load period and the non-load period are specified in subsequent parts.

The test samples are submitted to a first test of 250 cycles. If the test results are satisfactory after this, the test is stopped. If the test results exceed the specified limits, the test is continued up to 750 cycles.

Before the beginning of the cycling test, the temperature rise and/or the voltage drop of the contacts as specified in subsequent parts shall be measured at rated current when steady state conditions have been obtained. The test shall be repeated after 250 cycles and, if necessary, after 750 cycles.

If the fuses are so small that reliable measurements on the contacts could not be expected, the measurement at the terminals may be used as the criteria for the test.

### 8.10.3 Résultats à obtenir

Après 250 cycles et, si nécessaire, après 750 cycles, les valeurs mesurées ne doivent pas dépasser les limites données dans les parties subséquentes.

## 8.11 Essais mécaniques et divers

### 8.11.1 Résistance mécanique

Sauf indication contraire dans les parties subséquentes, les caractéristiques mécaniques d'un fusible et de ses parties sont évaluées en fonction de la manipulation et de l'installation normales du fusible ainsi que sur la base des résultats obtenus lors de l'essai de vérification du pouvoir de coupure (voir 8.5).

### 8.11.2 Essais divers

#### 8.11.2.1 Vérification de l'absence de tensions internes

Pour vérifier que les parties transportant le courant et consistant en un alliage de cuivre laminé à teneur en cuivre de moins de 83 % ne présentent pas de tensions internes, on effectue l'essai suivant:

Pour enlever toute graisse, trois échantillons sont immergés, pendant 10 min, dans une solution appropriée. Les éléments de remplacement sont essayés individuellement, alors que les ensembles porteurs ne sont essayés qu'avec le fusible complet.

Les échantillons sont placés, pendant 4 h, dans une chambre d'essai à une température de  $(30 \pm 10) ^\circ\text{C}$ .

Ensuite, les échantillons séjournent, pendant 8 h, dans une chambre d'essai dont le fond est couvert d'une solution de chlorure d'ammonium au pH de 10 à 11.

Pour 1 litre de solution de chlorure d'ammonium, le pH approprié peut être obtenu de la façon suivante:

on mélange 107 g de chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{Cl}$  p.a.) avec 0,75 l d'eau distillée et on y ajoute de l'hydroxyde de sodium à 30 % (préparé avec du NaOH p.a. et de l'eau distillée) pour atteindre le volume total de 1,0 l. La valeur du pH ne varie pas. Elle est mesurée au moyen d'une électrode en verre.

Le rapport entre le volume de la chambre d'essai et la solution est de 20:1.

Les échantillons ne doivent présenter aucune fissure visible à l'œil nu lorsqu'un éventuel voile bleu est enlevé par frottement au chiffon sec. Les capsules de contact des éléments de remplacement ne doivent pas pouvoir être retirées à la main.

#### 8.11.2.2 Vérification de la résistance à la chaleur anormale et au feu

Sauf spécification contraire dans les parties subséquentes, l'essai suivant est effectué: les parties en matériau isolant autre que céramique non nécessaires pour maintenir en place les parties transportant le courant, même si elles sont en contact avec ces dernières, sont soumises à l'essai selon le point a) de 8.11.2.2.5.

NOTE – Les enveloppes faisant partie des fusibles doivent être soumises aux mêmes conditions d'essai que ces derniers. Dans les autres cas, elles doivent être soumises aux essais suivant les conditions de la CEI 60529.

Les parties en matériau isolant autre que céramique nécessaires pour maintenir en place les parties transportant le courant et, le cas échéant, les parties du circuit de terre sont soumises aux essais suivant le point b) de 8.11.2.2.5.

### 8.10.3 Acceptability of test results

After 250 cycles, and if necessary, after 750 cycles, the measured values shall not exceed the limits given in subsequent parts.

## 8.11 Mechanical and miscellaneous tests

### 8.11.1 Mechanical strength

If not otherwise specified in the subsequent parts, the mechanical characteristics of a fuse and its parts are judged in the context of normal handling and mounting as well as with the results shown after the breaking-capacity test (see 8.5).

### 8.11.2 Miscellaneous tests

#### 8.11.2.1 Verification of freedom from season cracking

In order to verify that current-carrying parts made of rolled copper alloy with less than 83 % copper content are free from season cracking, the following test is performed:

All grease is removed from three samples by immersing them for 10 min in a suitable solution. Fuse-links are tested individually, while fuse-holders are only tested with the complete fuse.

The samples shall be placed for 4 h in a test cabinet having a temperature of  $(30 \pm 10) ^\circ\text{C}$ .

After this, samples are placed for 8 h in a test cabinet, on the bottom of which is an ammonium chloride solution having a pH value of 10-11.

For a 1 litre ammonium chloride solution the proper pH value may be achieved as follows:

107 g ammonium chloride ( $\text{NH}_4\text{Cl}$  p.a.) is mixed with 0,75 l of distilled water and made up to 1 litre by adding 30 % sodium hydroxide (prepared from NaOH AR grade and distilled water). The pH value does not vary. The measurements of the pH value has to be made with a glass electrode.

The ratio of the volume of the test cabinet to that of the solution shall be 20:1.

The samples shall show no cracks visible to the unaided eye when any bluish film is removed by means of a dry cloth. Contact caps of fuse-links shall not be removable by hand.

#### 8.11.2.2 Verification of resistance to abnormal heat and fire

If not otherwise specified in subsequent parts, the following applies: parts of insulating materials, except ceramic, not necessary to retain current-carrying parts in position even though they are in contact with them are tested according to item a) of 8.11.2.2.5.

NOTE – Enclosures which are a part of a fuse shall be tested in the same manner as the fuse. In other cases the enclosure is to be tested in accordance with IEC 60529.

Parts of insulating materials, except ceramic, necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit, if any, in position are tested according to item b) of 8.11.2.2.5.

### 8.11.2.2.1 Description générale de l'essai

L'essai est effectué pour vérifier:

- qu'une boucle spécifiée de fil de résistance, chauffée électriquement à la température spécifiée pour le matériel correspondant, ne provoque pas, dans des conditions déterminées, l'inflammation de parties en matériau isolant, ou
- qu'une partie en matériau isolant, dont le fil d'essai chauffé électriquement a provoqué l'inflammation dans des conditions déterminées, ne brûle que pendant une durée limitée, sans propager le feu au moyen de flammes, de gouttelettes enflammées ou de particules incandescentes tombant de l'échantillon.

L'essai est effectué sur un seul échantillon. En cas de doute quant aux résultats de l'essai, ce dernier est répété sur deux échantillons supplémentaires.

### 8.11.2.2.2 Description de l'appareillage d'essai

Le fil incandescent est constitué par une boucle spécifiée d'un fil de nickel/chrome (80/20); en formant la boucle, on doit prendre soin d'éviter des craquelures fines à l'extrémité du nez.

On utilise pour la mesure de la température du fil incandescent un thermocouple de fil fin gainé, ayant un diamètre extérieur de 0,5 mm, les fils étant constitués de chromel et d'alumel et la soudure étant disposée à l'intérieur de la gaine.

Le fil incandescent, avec le thermocouple, est représenté en figure 7.

La gaine est constituée d'un métal résistant à une température d'au moins 960 °C. Le thermocouple est disposé dans un puits de 0,6 mm de diamètre foré dans l'extrémité du nez incandescent, comme représenté sur le détail Z de la figure 7. Les forces électromotrices du thermocouple doivent être conformes à la CEI 60584-1; les caractéristiques données dans cette publication sont pratiquement linéaires. La soudure froide doit être maintenue dans de la glace fondante, à moins qu'une température de référence sûre ne soit obtenue par d'autres moyens, par un boîtier de compensation par exemple. Il est recommandé d'utiliser, pour la mesure de la force électromotrice du thermocouple, un instrument de classe 0,5.

Le fil incandescent est chauffé électriquement; le courant nécessaire pour porter l'extrémité à une température de 960 °C se situe entre 120 A et 150 A.

L'appareil d'essai doit être conçu de telle façon que le fil incandescent soit maintenu dans un plan horizontal, et qu'il exerce une force de 1 N sur l'échantillon, cette force étant maintenue à cette valeur quand le fil incandescent et l'échantillon sont déplacés horizontalement l'un vers l'autre sur une distance d'au moins 7 mm.

Une planche en bois de pin blanc, de 10 mm environ d'épaisseur et couverte d'une simple couche de papier mousseline, est disposée à une distance de 200 mm sous l'endroit où le fil incandescent est appliqué contre l'échantillon.

Le papier mousseline est spécifié dans l'article 6.86 de l'ISO 4046 comme étant un papier mince, doux, relativement résistant, généralement destiné à l'emballage d'articles délicats, son grammage étant compris entre 12 g/m<sup>2</sup> et 30 g/m<sup>2</sup>.

Un exemple d'appareil d'essai est représenté à la figure 8.

### 8.11.2.2.3 Préconditionnement

L'échantillon est maintenu pendant 24 h dans une atmosphère ayant une température comprise entre 15 °C et 35 °C et une humidité relative comprise entre 35 % et 75 %, avant de commencer l'essai.

#### 8.11.2.2.1 General description of the test

The test is applied to ensure that:

- a specified loop of resistance wire, which is electrically heated to the temperature specified for the relevant equipment, does not cause ignition of parts of insulating material, or
- a part of insulating material, which might be ignited by the electrically heated test wire under defined conditions, has a limited duration of burning, without spreading fire by flames or burning droplets or glowing particles falling from the specimen.

The test is made on the specimen. In the case of doubt with regard to the results of the test, the test is repeated on two further specimens.

#### 8.11.2.2.2 Description of test apparatus

The glow-wire consists of a specified loop of a nickel/chromium (80/20) wire; when forming the loop, care needs to be taken to avoid fine cracking at the tip.

A sheathed fine-wire thermocouple, having an overall diameter of 0,5 mm and wires of chromel and alumel with the welding point located inside the sheath, is used for measuring the temperature of the glow-wire.

The glow-wire, with the thermocouple, is shown in figure 7.

The sheath consists of a metal resistant to a temperature of at least 960 °C. The thermocouple is arranged in a pocket hole, 0,6 mm in diameter, drilled in the tip of the glow-wire, as shown in detail Z of figure 7. The thermovoltages shall comply with IEC 60584-1; the characteristics given in this publication are practically linear. The cold connection shall be kept in melting ice unless a reliable reference temperature is obtained by other means, for example, by a compensation box. The instrument for measuring the electromotive force of the thermocouple should be of class 0,5.

The glow-wire is electrically heated; the current necessary for heating the tip to a temperature of 960 °C is between 120 A and 150 A.

The test apparatus shall be so designed that the glow-wire is kept in a horizontal plane and that it applies a force of 1 N to the specimen, the force being maintained at this value when the glow-wire and the specimen are moved horizontally towards each other over a distance of at least 7 mm.

A piece of white pinewood board, approximately 10 mm thick and covered with a single layer of tissue paper, is positioned at a distance of 200 mm below the place where the glow-wire is applied to the specimen.

Tissue paper is specified in clause 6.86 of ISO 4046 as thin, soft, relatively tough paper generally intended for packing delicate articles, its substance being between 12 g/m<sup>2</sup> and 30 g/m<sup>2</sup>.

An example of the test apparatus is shown in figure 8.

#### 8.11.2.2.3 Pre-conditioning

The specimen is stored for 24 h in an atmosphere having a temperature between 15 °C and 35 °C and a relative humidity between 35 % and 75 % before starting the test.

#### 8.11.2.2.4 Méthode d'essai

L'appareil d'essai est placé dans une pièce noire sensiblement à l'abri des courants d'air, de façon que les flammes se produisant pendant l'essai soient visibles.

Avant de commencer l'essai, le thermocouple est étalonné à une température de 960 °C, ce qui est effectué en disposant un clinquant d'argent, de pureté 99,8 %, ayant la forme d'un carré de 2 mm de côté et 0,06 mm d'épaisseur, sur la face supérieure du nez du fil incandescent.

On chauffe le fil incandescent, et la température de 960 °C est atteinte quand le clinquant d'argent fond. L'étalonnage doit être recommencé au bout d'un certain temps pour tenir compte de l'altération du thermocouple et des connexions. Il faut veiller à ce que le thermocouple puisse accompagner le mouvement du nez du fil incandescent dû à la dilatation.

Pour l'essai, l'échantillon est disposé de façon que la surface en contact avec le nez du fil incandescent soit verticale. Le nez du fil incandescent est appliqué contre la partie de la surface de l'échantillon qui est susceptible d'être soumise aux contraintes thermiques se produisant en service normal.

Le nez du fil incandescent est appliqué là où l'épaisseur est la plus faible, mais au plus à 15 mm du bord supérieur de l'échantillon. Cela s'applique au cas où les surfaces qui peuvent être soumises à des contraintes thermiques en service normal ne sont pas spécifiées en détail.

Si possible, le nez du fil incandescent est appliqué contre des surfaces plates et non pas sur des rainures, des entrées défonçables, des cavités ou des arêtes vives.

Le fil incandescent est porté électriquement à la température spécifiée qui est mesurée au moyen du thermocouple étalonné. Il faut veiller à ce que cette température et le courant de chauffage soient constants pendant une durée d'au moins 60 s avant le début de l'essai, et à ce que l'échantillon ne subisse aucun rayonnement thermique pendant cette durée ou pendant l'étalonnage, par exemple en l'éloignant suffisamment ou en le protégeant par un écran approprié.

Le nez du fil incandescent est alors amené en contact avec l'échantillon et est appliqué comme spécifié. Le courant de chauffage est maintenu constant pendant cette durée. Au bout de ce temps, le fil incandescent est lentement retiré de l'échantillon, en évitant de continuer à chauffer l'échantillon et en évitant des déplacements d'air susceptibles d'affecter les résultats de l'essai.

Le déplacement du nez du fil incandescent à travers l'échantillon lorsque celui-ci est pressé contre ce dernier doit être limité mécaniquement à 7 mm.

Il est nécessaire de débarrasser après chaque essai, par exemple au moyen d'une brosse, le nez du fil incandescent des résidus de matériau isolant.

#### 8.11.2.2.5 Degrés de sévérité

- a) La température du nez du fil incandescent et la durée de son application à l'échantillon doivent être de  $(650 \pm 10)$  °C et  $(30 \pm 1)$  s respectivement.
- b) La température du nez du fil incandescent et la durée de son application à l'échantillon doivent être de  $(960 \pm 10)$  °C et  $(30 \pm 1)$  s respectivement.

D'autres températures d'essai sont spécifiées dans les parties subséquentes.

NOTE – Les valeurs devront être choisies dans le tableau «Degrés de sévérité» de la CEI 60695-2-1.

#### 8.11.2.2.4 Test procedure

The test apparatus is placed in a substantially draught-free dark room so that flames occurring during the test are visible.

Before starting the test, the thermocouple is calibrated at a temperature of 960 °C, which is carried out by placing a foil of silver, 99,8 % pure, 2 mm square and 0,06 mm thick, on the upper face of the tip of the glow-wire.

The glow-wire is heated and a temperature of 960 °C is reached when the silver foil melts. After some time calibration has to be repeated to compensate for alterations in the thermocouple and in the connections. Care should be taken to ensure that the thermocouple can follow the movement of the tip of the glow-wire caused by thermal elongation.

For the test, the specimen is arranged so that the face in contact with the tip of the glow-wire is vertical. The tip of the glow-wire is applied to that part of the surface of the specimen which is likely to be subjected to thermal stresses occurring in normal use.

The tip of the glow-wire is applied at places where the section is thinnest, but not more than 15 mm from the upper edge of the specimen. This applies to cases where the areas subject to thermal stress during normal use of the equipment are not specified in detail.

If possible, the tip of the glow-wire is applied to flat surfaces and not to grooves, knock-outs, narrow recesses or sharp edges.

The glow-wire is electrically heated to the temperature specified which is measured by means of the calibrated thermocouple. Care must be taken to ensure that, before starting test, this temperature and the heating current are constant for a period of at least 60 s and that heat radiation does not influence the specimen during this period or during the calibration; for example, by providing an adequate distance or by using an appropriate screen.

The tip of the glow-wire is then brought into contact with the specimen and is applied as specified. The heating current is maintained during this period. After this period, the glow-wire is slowly separated from the specimen, avoiding any further heating of the specimen and any movement of air which might affect the result of the test.

The movement of the tip of the glow-wire into the specimen when pressed to it shall be mechanically limited to 7 mm.

After each test, it is necessary to clean the tip of the glow-wire of any residue of insulating material, for example by means of a brush.

#### 8.11.2.2.5 Severities

- a) The temperature of the tip of the glow-wire and the duration of its application to the specimen shall be  $(650 \pm 10)$  °C and  $(30 \pm 1)$  s.
- b) The temperature of the tip of the glow-wire and the duration of its application to the specimen shall be  $(960 \pm 10)$  °C and  $(30 \pm 1)$  s.

Other test temperatures are specified in subsequent parts.

NOTE – The values should be chosen from table "Severities" of IEC 60695-2-1.



#### 8.11.2.2.6 Observations et mesures

Pendant l'application du fil incandescent, et pendant une durée supplémentaire de 30 s, il faut observer l'échantillon, les parties qui entourent l'échantillon et la couche de papier mousseline disposée sous ce dernier.

Le temps à partir duquel l'échantillon s'enflamme et le temps au bout duquel les flammes s'éteignent pendant ou après la durée de l'application sont notés.

La hauteur maximale de toute flamme est mesurée et notée, le début de l'inflammation qui peut produire une haute flamme pendant une durée d'environ 1 s n'étant pas pris en considération.

La hauteur de la flamme est la distance verticale mesurée entre le bord supérieur du fil incandescent lorsqu'il est appliqué à l'échantillon et le sommet visible de la flamme.

L'échantillon est considéré comme ayant subi avec succès l'essai au fil incandescent:

- s'il n'y a pas de flamme visible ni d'incandescence soutenue, ou
- si les flammes ou l'incandescence de l'échantillon s'éteignent en moins de 30 s après le retrait du fil incandescent.

Le papier mousseline ne doit pas avoir brûlé et la planche de bois de pin blanc ne doit pas être roussie.

#### 8.11.2.3 Vérification de la résistance à la rouille

Les parties à essayer sont dégraissées par immersion pendant 10 min dans un agent dégraissant approprié. Puis elles sont plongées pendant 10 min dans une solution à 10 % de chlorure d'ammonium dans l'eau, maintenue à une température de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

Sans les sécher, mais après avoir secoué les gouttes éventuelles, on les dispose pendant 10 min dans une enceinte à atmosphère saturée d'humidité à une température de  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

Après que les pièces ont été séchées pendant 10 min dans une étuve à une température de  $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , leurs surfaces ne doivent présenter aucune trace de rouille.

On ne prend pas en considération des traces de rouille sur les arêtes, ni un voile jaunâtre disparaissant par simple frottement.

Pour les petits ressorts et organes analogues ainsi que pour les parties inaccessibles exposées à l'abrasion, une couche de graisse peut constituer une protection suffisante contre la rouille. De telles parties ne sont soumises à l'essai que s'il y a doute au sujet de l'efficacité de la couche de graisse, et l'essai est alors effectué sans dégraissage préalable.

#### 8.11.2.2.6 Observations and measurements

During application of the glow-wire and during a further period of 30 s, the specimen, the parts surrounding the specimen and the layer of tissue paper placed below it shall be observed.

The time at which the specimen ignites and the time when flames extinguish during or after the period of application are noted.

The maximum height of any flame is measured and noted, the start of the ignition, which might produce a high flame for a period of approximately 1 s, being disregarded.

The height of flame denotes the vertical distance measured between the upper edge of a glow-wire, when applied to the specimen, and the visible tip of the flame.

The specimen is considered to have withstood the glow-wire test:

- if there is no visible flame and no sustained glowing, or
- if flames or glowing of the specimen extinguish within 30 s after removal of the glow-wire.

There shall be no burning of the tissue paper or scorching of the pinewood board.

#### 8.11.2.3 Verification of resistance to rusting

All grease is removed from the parts to be tested by immersion in a suitable degreasing agent for 10 min. The parts are then immersed for 10 min in a 10 % solution of ammonium chloride in water, at a temperature of  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

Without drying, but after shaking off any drops, the parts are placed for 10 min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ .

After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of  $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , their surface shall show no signs of rust.

Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing are ignored.

For small springs and for inaccessible parts exposed to abrasion, a layer of grease may provide sufficient protection against rusting. Such parts are subjected to the test only if there is doubt about the effectiveness of the grease film, and the test is then made without previous removal of the grease.

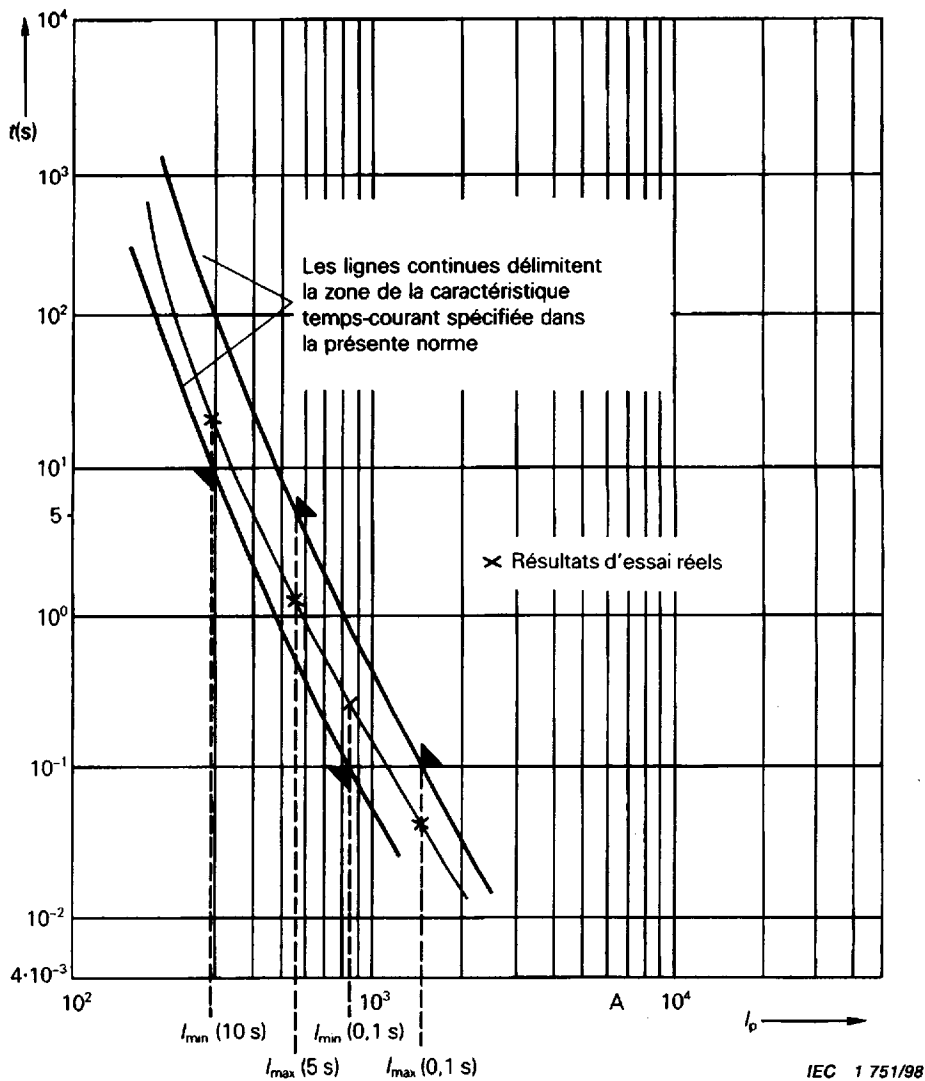


Figure 1 – Diagramme illustrant un exemple de vérification de la caractéristique temps-courant sur la base des résultats d'essai obtenus avec les courants de «balises»

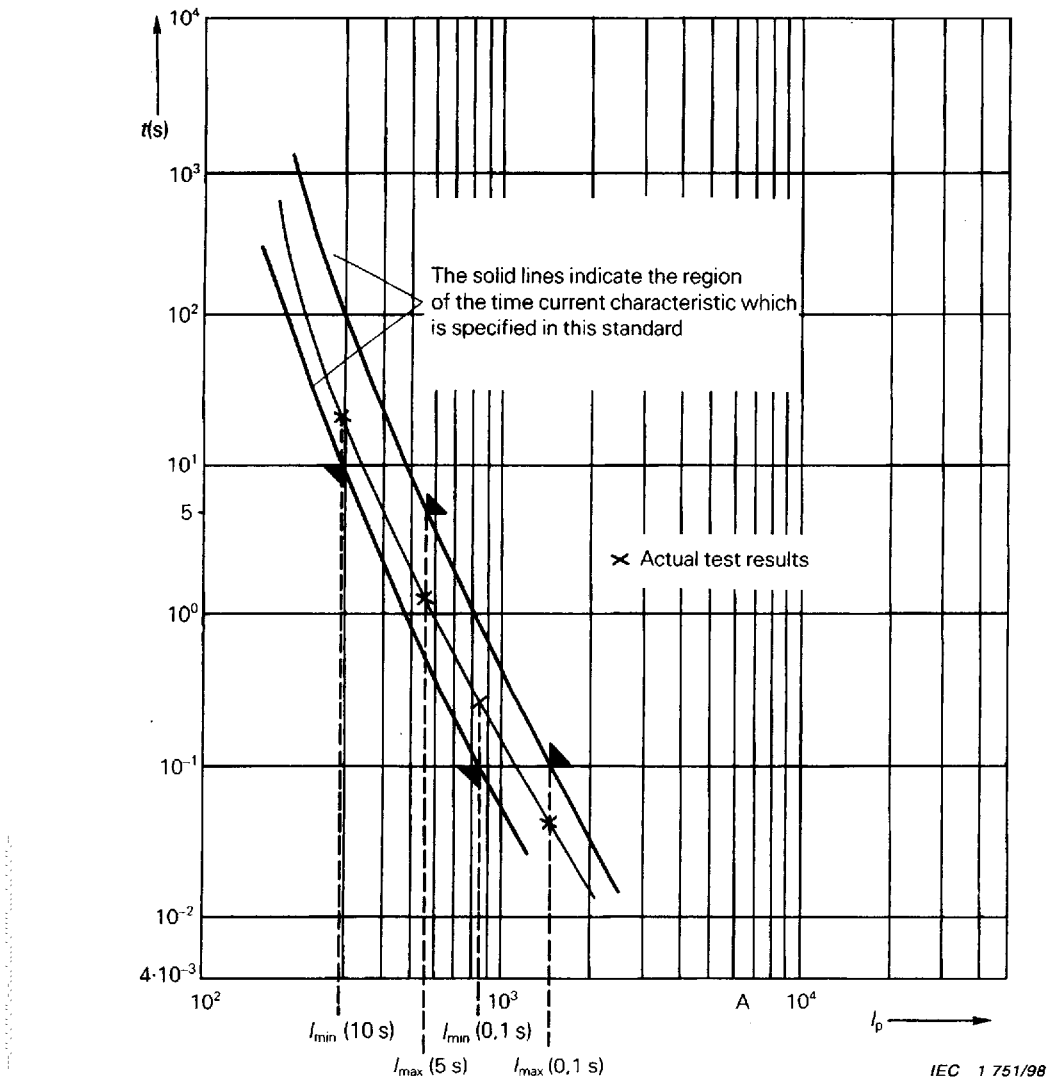
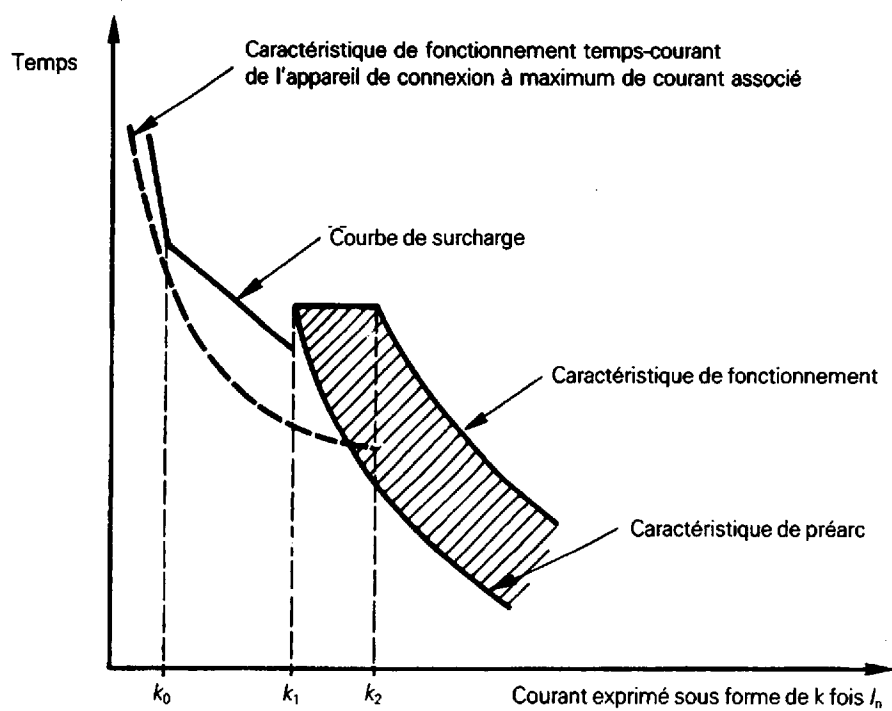


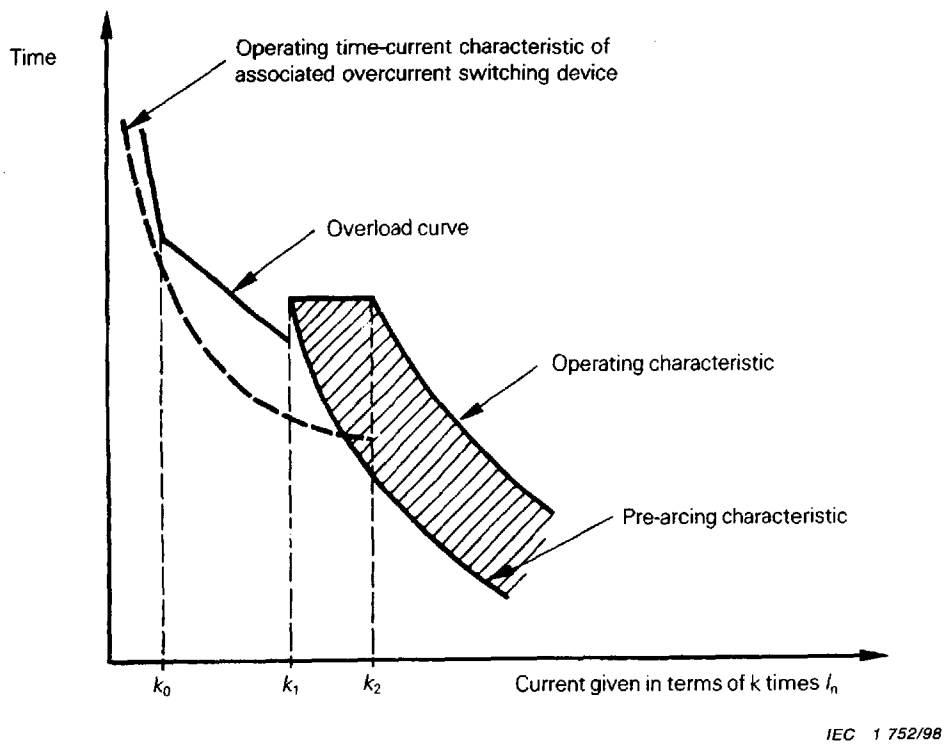
Figure 1 – Diagram illustrating the means of verification of the time-current characteristic, using the results of the tests at the "gate" currents (example)



IEC 1 752/98

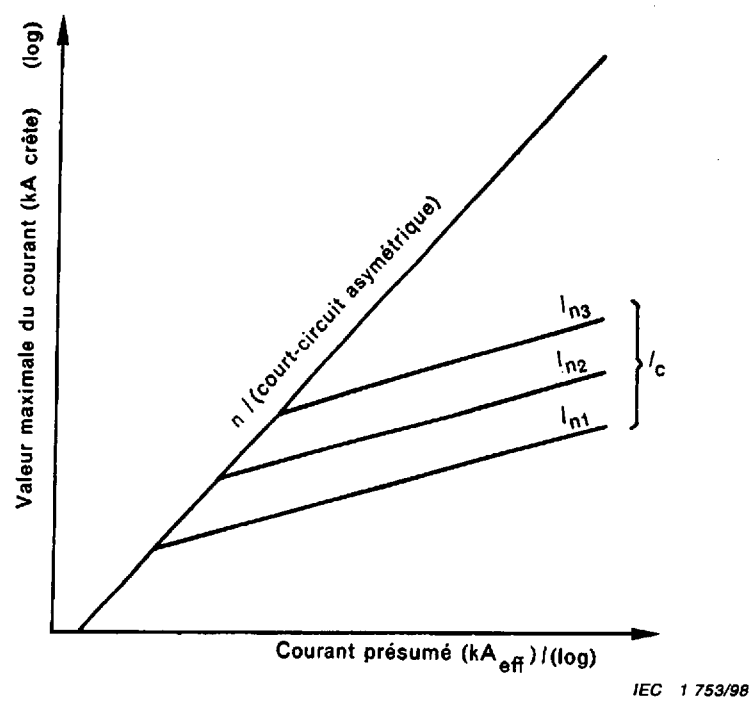
La courbe de surcharge entre  $k_0 \times I_n$  et  $k_1 \times I_n$  correspond à une valeur de  $I^2t$  constante .

**Figure 2 – Courbe de surcharge et caractéristique temps-courant des éléments de remplacement «a»**



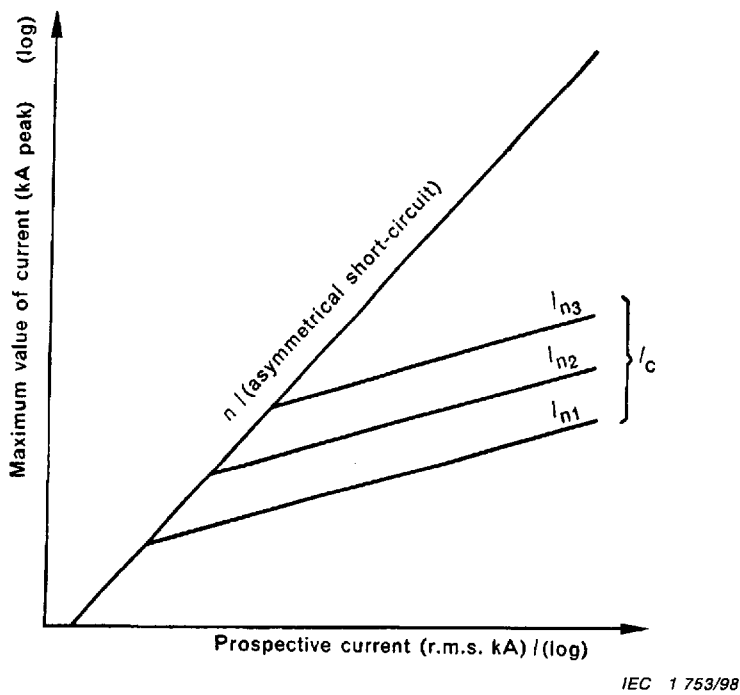
The overload curve between  $k_0 \times I_n$  and  $k_1 \times I_n$  corresponds to a constant  $I^2t$  value

**Figure 2 – Overload curve and time-current characteristic for "a" fuse-links**



- $I_{n1}, I_{n2}, I_{n3}$  = courants assignés des éléments de remplacement  
 $I_c$  = valeur maximale du courant coupé  
 $n$  = facteur dépendant de la valeur du facteur de puissance

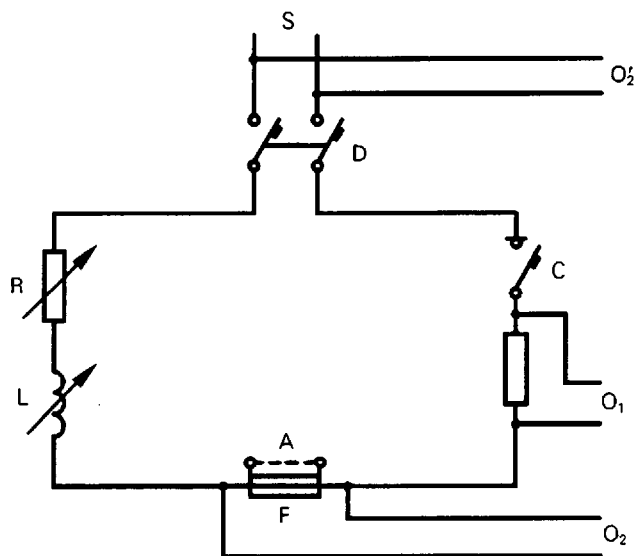
Figure 3 – Mode de présentation générale des caractéristiques d'amplitude du courant coupé d'une série d'éléments de remplacement pour courant alternatif



- $I_{n1}, I_{n2}, I_{n3}$  = rated currents of fuse-links  
 $I_c$  = maximum value of cut-off current  
 $n$  = factor depending on the value of the power factor

Figure 3 – General presentation of the cut-off characteristics for a series of a.c. fuse-links

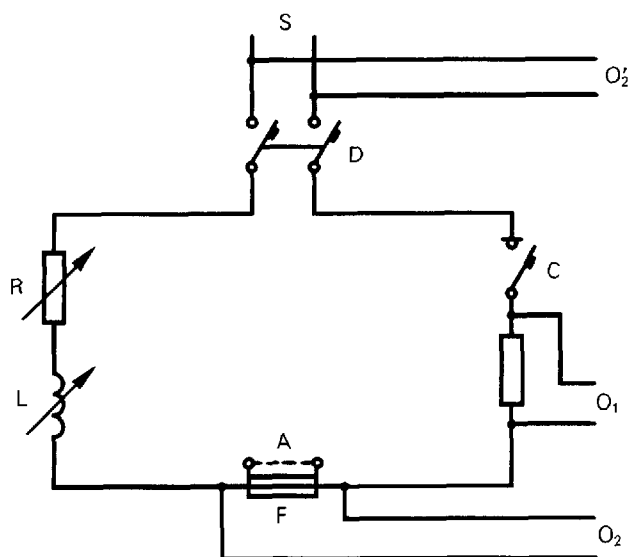




IEC 1 754/98

- A = connexion amovible établie pour l'étalonnage
- C = appareil fermant le circuit
- D = disjoncteur ou autre appareil protégeant la source
- F = fusible en essai
- L = inductance réglable
- O<sub>1</sub> = circuit de mesure enregistrant le courant
- O<sub>2</sub> = circuit de mesure enregistrant la tension lors de l'essai
- O'<sub>2</sub> = circuit de mesure enregistrant la tension lors de l'étalonnage
- R = résistance réglable
- S = source de puissance

**Figure 4 – Schéma type du circuit utilisé pour les essais du pouvoir de coupure (voir 8.5)**



IEC 1 754/98

- A = removable link used for the calibration test
- C = apparatus for closing the circuit
- D = circuit-breaker or other apparatus for protection of the source
- F = fuse on test
- L = adjustable inductor
- $O_1$  = measuring circuit for recording the current
- $O_2$  = measuring circuit for recording the voltage during the test
- $O'_2$  = measuring circuit for recording the voltage during calibration
- R = adjustable resistor
- S = source of power

**Figure 4 – Typical diagram of the circuit used for breaking capacity tests (see 8.5)**

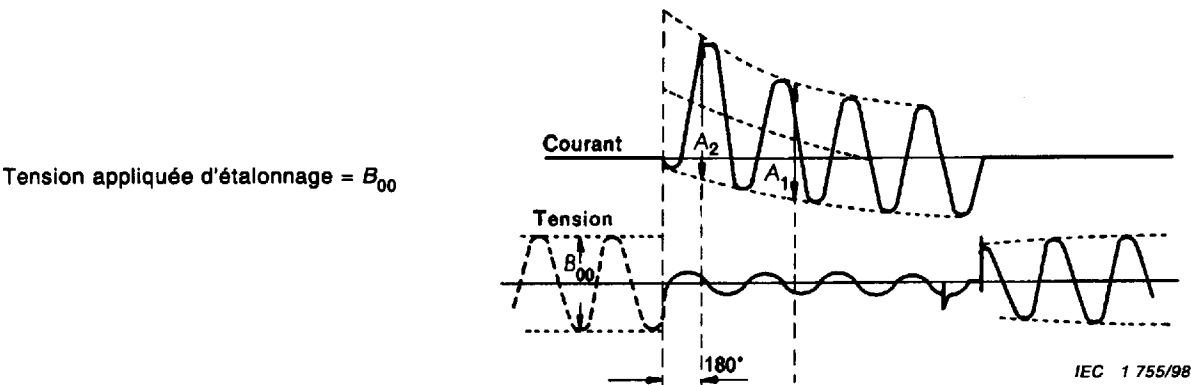


Figure 5a – Etalonnage du circuit

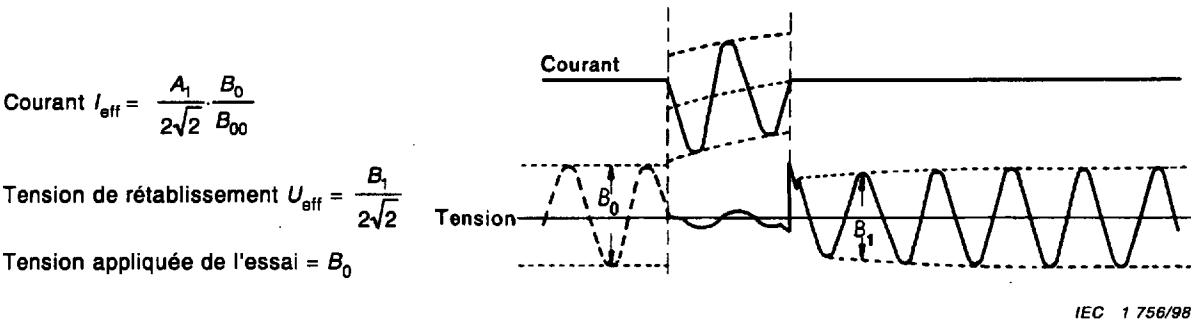


Figure 5b – Oscillogramme correspondant à une coupure dans le cas où l'arc commence à se former à un instant qui dépasse 180 degrés électriques après l'enclenchement

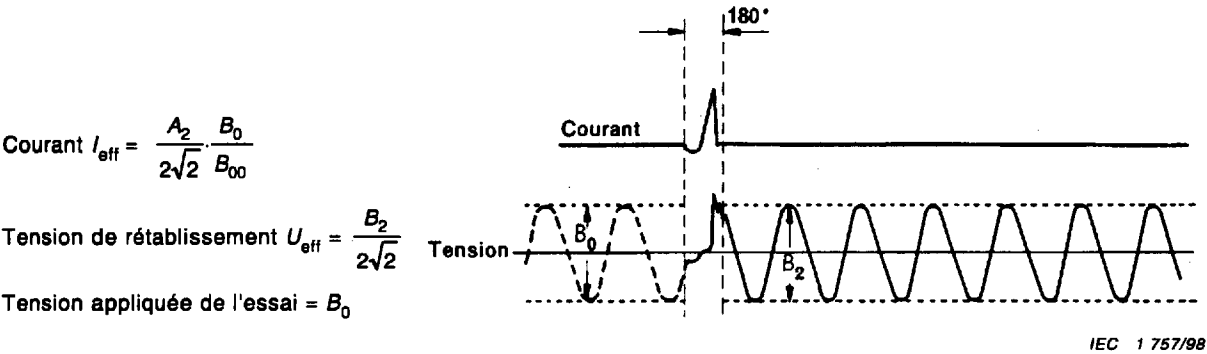
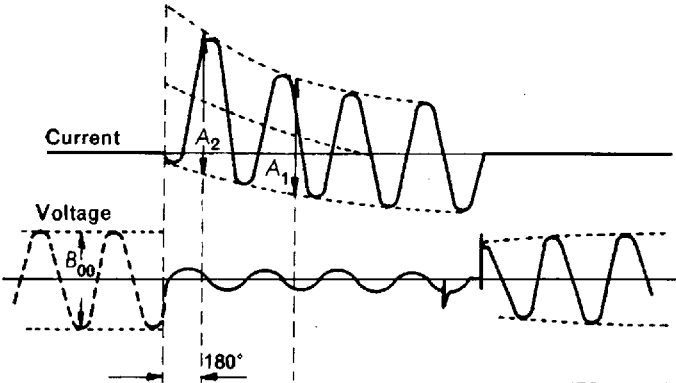


Figure 5c – Oscillogramme correspondant à une coupure dans le cas où l'arc commence à se former à un instant qui ne dépasse pas 180 degrés électriques après l'enclenchement

Figure 5 – Interprétation des oscillogrammes lors des essais du pouvoir de coupure en courant alternatif (voir 8.5.7)

Applied voltage for the calibration =  $B_{00}$



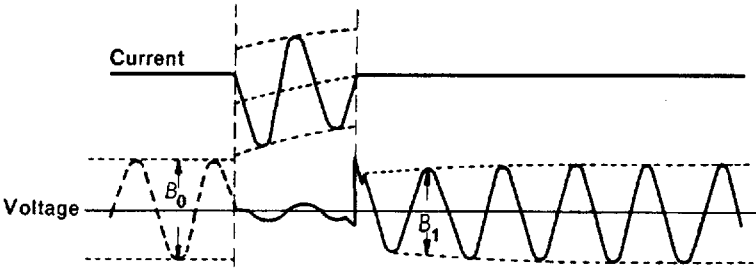
IEC 1 755/98

Figure 5a – Calibration of the circuit

Current  $I_{r.m.s.} = \frac{A_1}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{B_0}{B_{00}}$

Recovery voltage  $U_{r.m.s.} = \frac{B_1}{2\sqrt{2}}$

Applied test voltage =  $B_0$



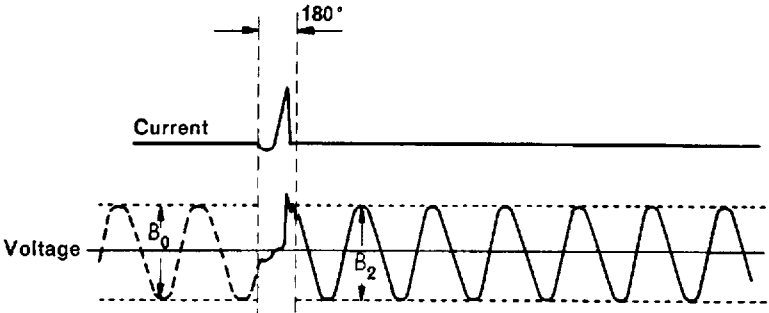
IEC 1 756/98

Figure 5b – Oscillogram corresponding to a breaking operation where the arc is initiated later than 180 electrical degrees after making

Current  $I_{r.m.s.} = \frac{A_2}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{B_0}{B_{00}}$

Recovery voltage  $U_{r.m.s.} = \frac{B_2}{2\sqrt{2}}$

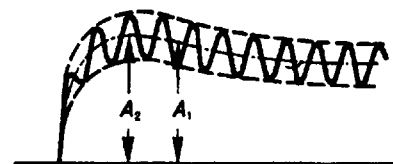
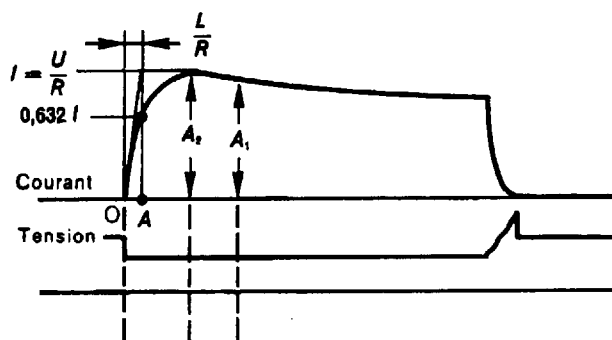
Applied test voltage =  $B_0$



IEC 1 757/98

Figure 5c – Oscillogram corresponding to a breaking operation where the arc is initiated earlier than 180 electrical degrees after making

Figure 5 – Interpretation of oscillograms taken during the a.c. breaking-capacity tests (see 8.5.7)

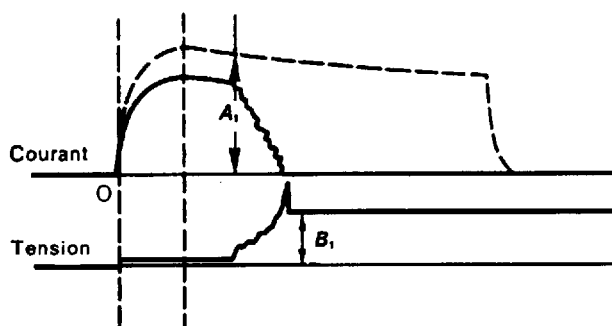


IEC 1 758/98

#### Etalonnage du circuit

S'il y a des ondulations, on mesure les valeurs correspondant à 0,632 I, A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> sur la courbe des valeurs efficaces.

Figure 6a



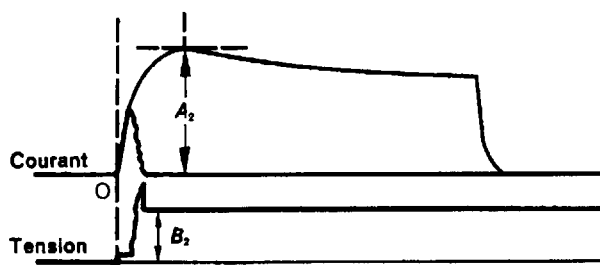
IEC 1 759/98

Oscillogramme correspondant à une coupure dans le cas où l'arc commence à se former après que le courant a atteint sa valeur maximale.

Courant  $I = A_1$  pour la tension  $U = B_1$ .

Lorsque la tension n'atteint pas la valeur en régime établi, on mesure la valeur moyenne correspondant aux 100 ms qui suivent l'extinction définitive de l'arc.

Figure 6b



IEC 1 760/98

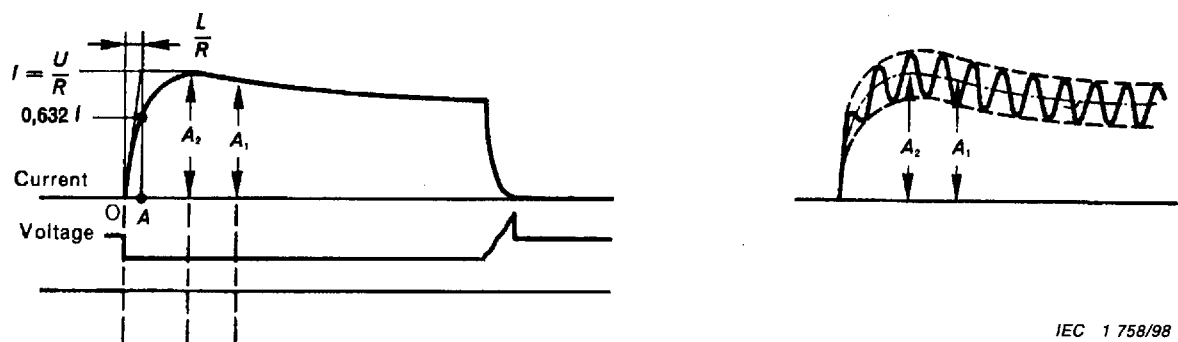
Oscillogramme correspondant à une coupure dans le cas où l'arc commence à se former avant que le courant ait atteint sa valeur maximale.

Courant  $I = A_2$  pour la tension  $U = B_2$ .

Lorsque la tension n'atteint pas la valeur en régime établi, on mesure la valeur moyenne correspondant aux 100 ms qui suivent l'extinction définitive de l'arc.

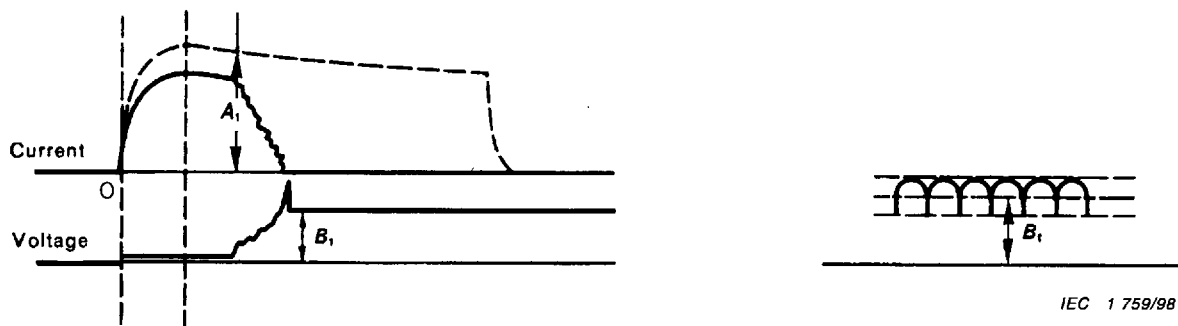
Figure 6c

Figure 6 – Interprétation des oscillogrammes lors des essais du pouvoir de coupure en courant continu (voir 8.5.7)



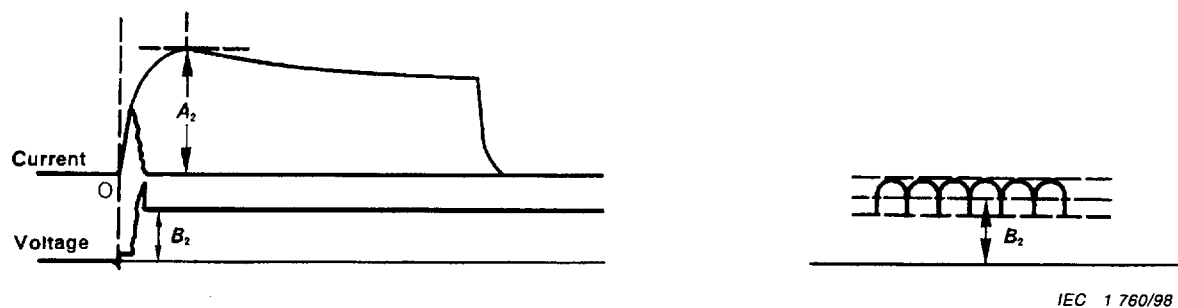
Calibration of the circuit  
Where ripples exist, the corresponding values of 0,632  $I$ ,  $A_1$  and  $A_2$  of the r.m.s. curve shall be measured.

Figure 6a



Oscillogram corresponding to a breaking operation where the arc is initiated after the current has passes its maximum value.  
Current  $I = A_1$  at voltage  $U = B_1$ .  
Where no steady value of voltage exists, the mean value during the period of 100 ms after final arc extinction shall be measured.

Figure 6b

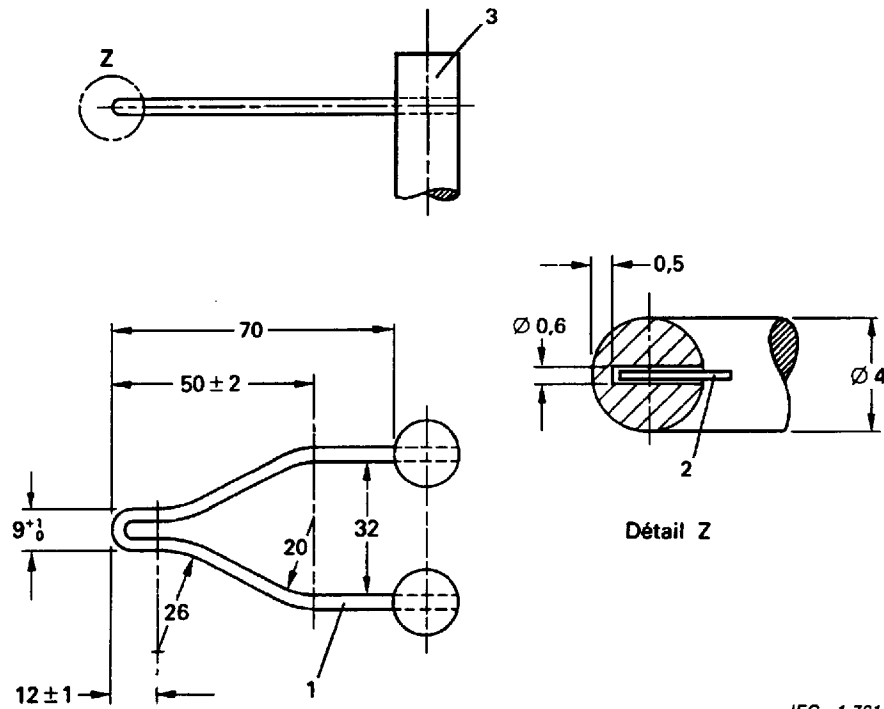


Oscillogram corresponding to a breaking operation where the arc is initiated before the current has reached its maximum value.  
Current  $I = A_2$  at voltage  $U = B_2$ .  
Where no steady value of voltage exists, the mean value during the period of 100 ms after final arc extinction shall be measured.

Figure 6c

**Figure 6 – Interpretation of oscillograms taken during the d.c. breaking-capacity tests (see 8.5.7)**

Dimensions en millimètres

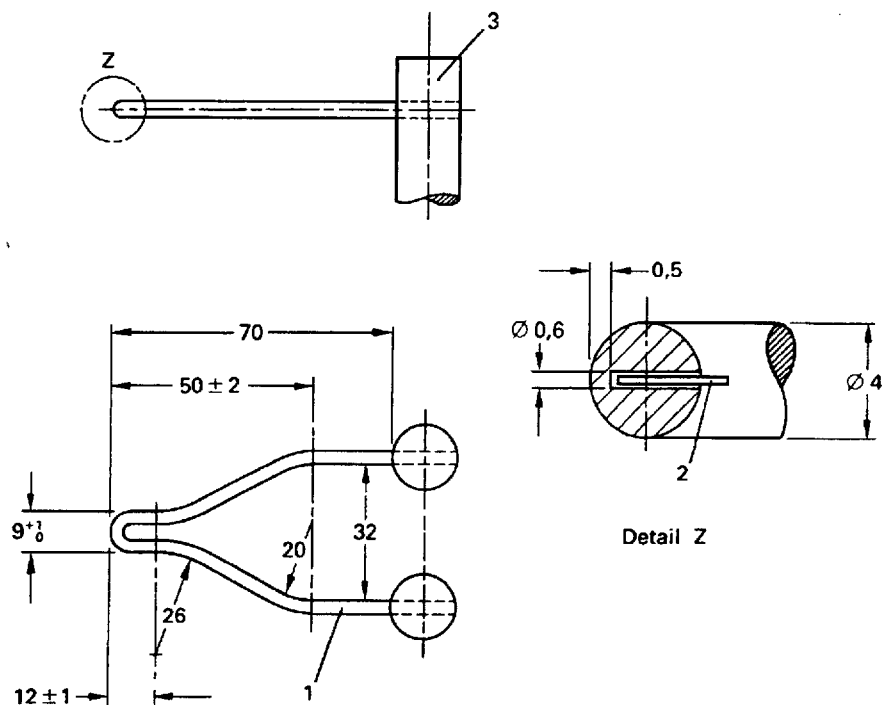


IEC 1 761/98

- 1 fil incandescent brasé à 3
- 2 thermocouple
- 3 cheville

Figure 7 – Fil incandescent et position du thermocouple

*Dimensions in millimetres*

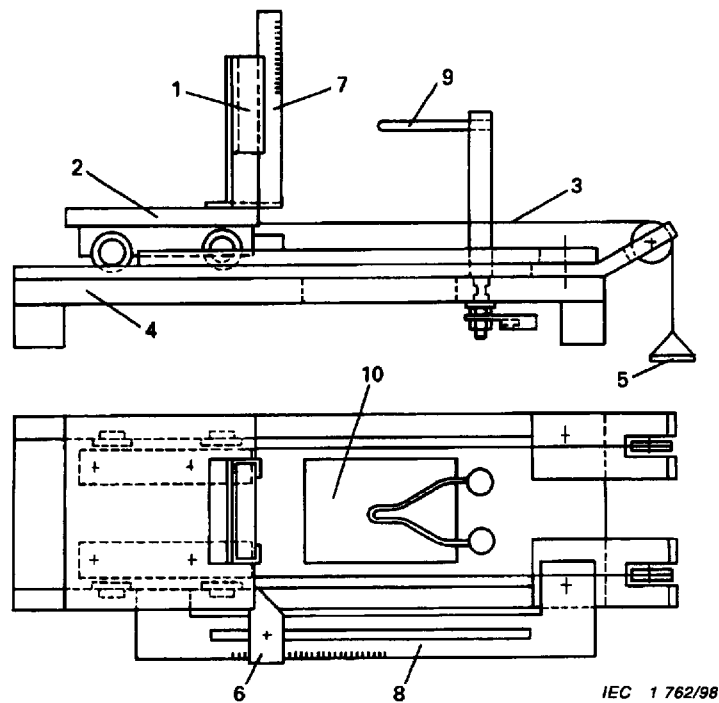


IEC 1 761/98

- 1 glow-wire soldered at 3
- 2 thermocouple
- 3 stud

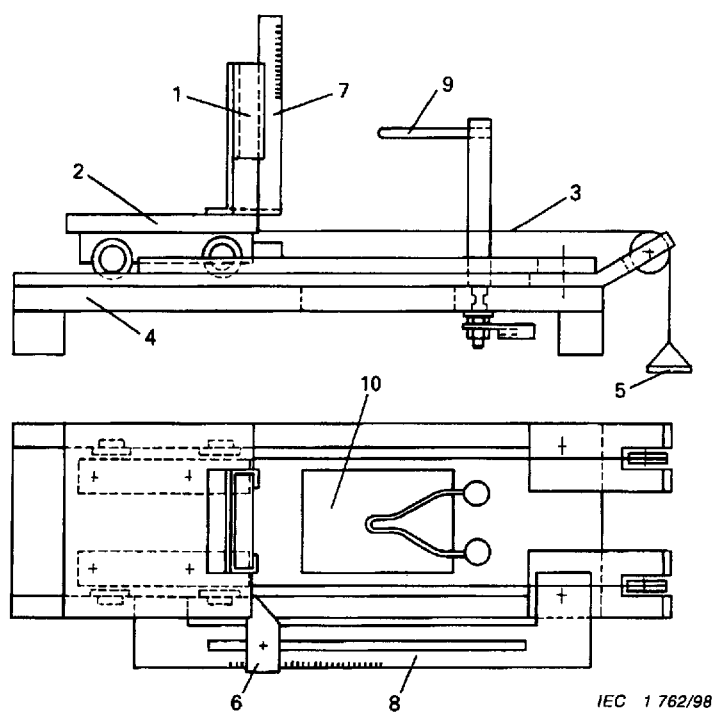
**Figure 7 – Glow-wire and position of the thermocouple**





- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1 support du spécimen | 6 butée réglable   |
| 2 chariot             | 7 échelle de mesure de flamme                                |
| 3 corde de tension    | 8 échelle de mesure de pénétration                           |
| 4 bâti                | 9 fil incandescent (figure 7)                                |
| 5 poids               | 10 percement en bâti pour des particules tombant du spécimen |

**Figure 8 –Appareillage (exemple)**



- |                     |  |
|---------------------|--|
| 1 position of clamp | 6 adjustable stop  |
| 2 carriage          | 7 scale for measurement flame  |
| 3 tensioning cord   | 8 scale for penetration measurement                                    |
| 4 base plate        | 9 glow-wire (figure 7)   |
| 5 weight            | 10 break-through in base plate for particles falling from the specimen |

**Figure 8 –Test apparatus (example)**

## Annexe A (informative)

### Mesure du facteur de puissance d'un court-circuit

Il n'existe pas de méthode permettant de déterminer avec précision le facteur de puissance d'un court-circuit, mais pour l'application de la présente norme la détermination du facteur de puissance du circuit d'essai pourra être faite avec une précision suffisante par celle des trois méthodes suivantes qui sera la plus appropriée.

#### *Méthode I: Calcul d'après les constantes du circuit*

Le facteur de puissance pourra être calculé comme étant égal au cosinus d'un angle dont  $\phi$  est donnée par  $\phi = \arctan \frac{X}{R}$ ,  $X$  et  $R$  étant respectivement les valeurs de la réactance et de la résistance du circuit d'essai pendant la période d'établissement du courant de court-circuit.

En raison de la nature transitoire du phénomène, aucune méthode précise ne peut être indiquée pour déterminer  $X$  et  $R$ , mais pour l'application de la présente norme leurs valeurs pourront être déterminées par la méthode indiquée ci-dessous:

$R$  sera mesuré sur le circuit d'essai lui-même avec du courant continu; si le circuit comporte un transformateur, on mesurera séparément la résistance  $R_1$  du circuit primaire et la résistance  $R_2$  du circuit secondaire et on déterminera  $R$  par la formule:

$$R = R_2 + R_1 r^2$$

dans laquelle  $r$  sera le rapport de transformation du transformateur

$X$  sera alors déduit de la formule:

$$\sqrt{R^2 + X^2} = \frac{E}{I}$$

le rapport  $\frac{E}{I}$  (impédance du circuit) étant déduit de l'oscillogramme comme indiqué à la figure A.1.

#### *Méthode II: Détermination d'après la composante apériodique*

L'angle  $\phi$  peut être déterminé d'après la courbe de la composante apériodique de l'onde du courant asymétrique entre l'instant du court-circuit et l'instant d'amorçage de l'arc comme suit:

1. La formule de la composante apériodique est:

$$i_d = I_{do} e^{-Rt/L}$$

où

$i_d$  est la valeur instantanée de la composante apériodique;

$I_{do}$  est la valeur initiale de la composante apériodique;

$L/R$  est la constante de temps du circuit en secondes;

$t$  est l'intervalle de temps, en secondes, entre  $i_d$  et  $I_{do}$ ;

$e$  est la base des logarithmes népériens.

## Annex A (informative)

### Measurement of short-circuit power factor

There is no method by which the short-circuit power factor can be determined with precision, but for the purpose of this standard, the determination of the power factor in the test circuit may be made with sufficient accuracy by whichever of the three following methods is the more appropriate.

#### *Method I: Calculation from circuit constants*

The power factor may be calculated as the cosine of an angle  $\phi$  where  $\phi = \arctan X/R$ ,  $X$  and  $R$  being respectively the reactance and resistance of the test-circuit during the period in which the short-circuit exists.

Owing to the transitory nature of the phenomenon, no accurate method can be given for determining  $X$  and  $R$ , but for compliance with this standard the values may be determined by the following method:

$R$  is measured in the test circuit with direct current; if the circuit includes a transformer the resistance  $R_1$  of the primary circuit and the resistance  $R_2$  of the secondary circuit are measured separately and the required value  $R$  is then given by the formula:

$$R = R_2 + R_1 r^2$$

in which  $r$  is the ratio of transformation of the transformer

$X$  is then obtained from the formula:

$$\sqrt{R^2 + X^2} = \frac{E}{I}$$

the ratio  $\frac{E}{I}$  (circuit-impedance) being obtained from the oscillogram as indicated in figure A.1.

#### *Method II: Determination from d.c. component*

The angle  $\phi$  may be determined from the curve of the d.c. component of the asymmetrical current wave between the incidence of short circuit and the beginning of arcing as follows:

1. The formula for the d.c. component is:

$$i_d = I_{do} e^{-Rt/L}$$

where

$i_d$  is the value of the d.c. component at any instant

$I_{do}$  is the initial value of the d.c. component

$L/R$  is the time-constant of the circuit in seconds

$t$  is the time-interval, in seconds, between  $i_d$  and  $I_{do}$

$e$  base of Napierian logarithms.

La constante de temps  $L/R$  peut être déterminée d'après les formules ci-dessus comme suit:

- a) mesurer la valeur de  $I_{d0}$  au moment du court-circuit et la valeur de  $i_d$  à tout autre moment  $t$ , avant l'amorçage de l'arc;
- b) déterminer la valeur de  $e^{-Rt/L}$  en divisant  $i_d$  par  $I_{d0}$ ;
- c) d'après une table de valeurs  $e^{-x}$ , déterminer la valeur de  $-x$  correspondant au rapport  $i_d/I_{d0}$ ;
- d) la valeur  $x$  représente alors  $Rt/L$ , d'où  $R/L$  peut être déterminée en divisant  $x$  par  $t$ , et ainsi on obtient  $L/R$ .

## 2 Déterminer l'angle $\phi$ de:

$$\phi = \arctan \omega L/R$$

où  $\omega$  est  $2\pi$  fois la fréquence réelle.

Cette méthode n'est pas applicable lorsque les courants sont mesurés à l'aide de transformateurs de courant.

### *Méthode III: Détermination avec un générateur pilote*

Lorsqu'il est fait usage d'un générateur pilote monté sur l'arbre du générateur d'essai, la tension du générateur pilote sur l'oscillogramme peut être comparée du point de vue de l'angle de phase d'abord à celle du générateur d'essai et ensuite au courant du générateur d'essai.

La différence d'angle de phase entre la tension du générateur pilote et celle du générateur principal d'une part, et entre la tension du générateur pilote et le courant du générateur principal d'essai d'autre part, donne l'angle de phase entre la tension et le courant du générateur d'essai, à partir duquel on peut déterminer le facteur de puissance.

The time-constant  $L/R$  can be ascertained from the above formula as follows:

- a) measure the value of  $I_{do}$  at the instant of short-circuit and the value of  $i_d$  at any other time  $t$ , before the beginning of the arcing;
- b) determine the value of  $e^{-Rt/L}$  by dividing  $i_d$  by  $I_{do}$ ;
- c) from a table of values of  $e^{-x}$ , determine the value of  $-x$  corresponding to the ratio  $i_d/I_{do}$ ;
- d) the value  $x$  then represents  $Rt/L$ , from which  $R/L$  can be determined by dividing  $x$  by  $t$ , and so  $L/R$  is obtained.

2 Determine the angle  $\phi$  from:

$$\phi = \arctan \omega L/R$$

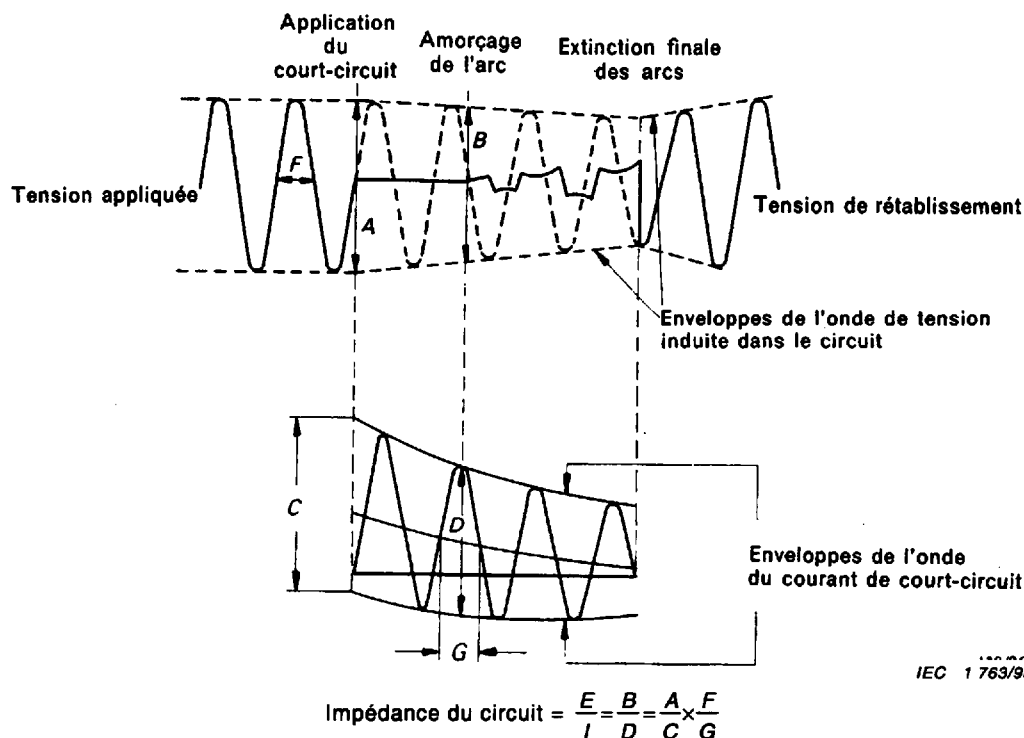
where  $\omega$  is  $2\pi$  times the actual frequency.

This method should not be used when the currents are measured by current transformers.

### *Method III: Determination with pilot generator*

When a pilot generator is used on the same shaft as the test generator, the voltage of the pilot generator on the oscillogram may be compared in phase first with the voltage of the test generator and then with the current of the test generator.

The difference in the phase angles between pilot generator voltage and main generator voltage on the one hand and pilot generator voltage and test generator current on the other hand gives the phase angle between the voltage and current of the test generator, from which the power factor can be determined.



où

$E$  est la force électromotrice induite dans le circuit au moment de l'amorçage de l'arc =  $\frac{B}{2\sqrt{2}}$ , exprimée en volts

$I$  est le courant coupé =  $\frac{D}{2\sqrt{2}}$ , exprimé en ampères

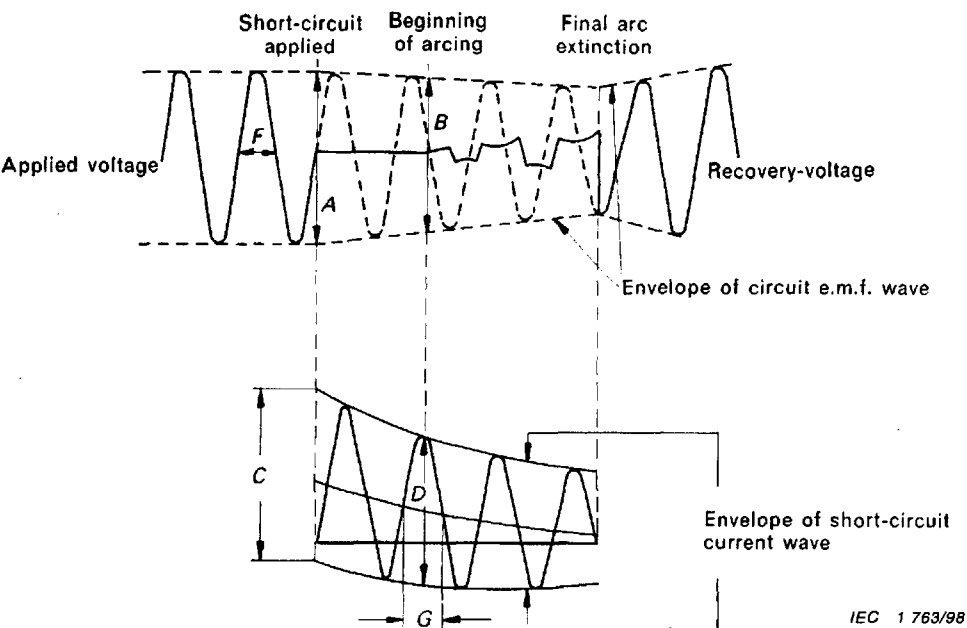
$A$  est deux fois l'amplitude de la tension appliquée, exprimée en volts

$C$  est deux fois l'amplitude de la composante périodique de l'onde de courant au début du court-circuit, exprimée en ampères

$F$  est la durée en secondes d'une demi-période de l'onde de la tension appliquée

$G$  est la durée en secondes d'une demi-période de l'onde de courant au moment de l'amorçage de l'arc

**Figure A.1 – Détermination de l'impédance du circuit pour le calcul du facteur de puissance selon la méthode I**



$$\text{Circuit-impedance} = \frac{E}{I} = \frac{B}{D} = \frac{A}{C} \times \frac{F}{G}$$

where

- $E$  is the circuit e.m.f. at the beginning of arcing =  $\frac{B}{2\sqrt{2}}$ , expressed in volts
- $I$  is the breaking current =  $\frac{D}{2\sqrt{2}}$ , expressed in amperes
- $A$  is twice the peak value of the applied voltage, expressed in volts
- $C$  is twice the peak value of the symmetrical component of the current wave at the beginning of the short-circuit, expressed in amperes
- $F$  is the duration in seconds of one half-cycle of the applied voltage wave
- $G$  is the duration in seconds of one half-cycle of the current wave at the beginning of arcing

**Figure A.1 – Determination of circuit-impedance for calculation of power factor in accordance with method 1**



## Annexe B (informative)

### Calcul des valeurs de $I^2t$ de préarc pour les éléments de remplacement «gG», «gM», «gD» et «gN»

#### B.1 Evaluation de la valeur de $I^2t$ de préarc à 0,01 s

L'évaluation des valeurs de  $I^2t$  de préarc à 0,01 s en fonction de la valeur de  $I^2t$  de préarc à 0,1 s et des valeurs mesurées lors de l'essai n° 2 peut se faire, de façon approximative, par la formule:

$$I^2t_{(0,01s)} = F \sqrt{I^2t_{(0,1s)} \cdot I^2t(\text{essai n° 2})}$$

$F = 0,7$  pour les éléments de remplacement «gG» et «gM»;

$F = 0,6$  pour les éléments de remplacement «gD»;

$F = 1,0$  pour les éléments de remplacement «gN».

$F$  étant le facteur de correction de l'inflexion de la caractéristique temps-courant dans cette plage de temps.

#### B.2 Calcul de la valeur de $I^2t$ de préarc dans les conditions de l'essai n° 2

Si, pour des fusibles de courants assignés moins élevés à l'intérieur d'une série homogène, la spécification ne prévoit pas d'essais directs, la valeur de  $I^2t$  de préarc dans les conditions de l'essai n° 2 peut être calculée au moyen de la formule:

$$(I^2t)_2 = (I^2t)_1 \times \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

où

$(I^2t)_2$  est l' $I^2t$  de préarc dans les conditions de l'essai n° 2 pour les courants assignés moins élevés

$(I^2t)_1$  est l' $I^2t$  de préarc dans les conditions de l'essai n° 2 pour les courants assignés plus élevés et mesurés lors des essais du pouvoir de coupure

$A_2$  est la section minimale de l'élément de remplacement de plus faible courant assigné

$A_1$  est la section minimale de l'élément de remplacement de plus fort courant assigné

La valeur calculée peut être utilisée pour l'évaluation de la valeur de  $I^2t$  de préarc à 0,01 s (voir article B.1).

## Annex B (informative)

### Calculation of pre-arcing $I^2t$ values for "gG", "gM", "gD" and "gN" fuse-links

#### B.1 Evaluation of the pre-arcing $I^2t$ value at 0,01 s

The approximate evaluation of the pre-arcing  $I^2t$  values at 0,01 s as a function of the value of pre-arcing  $I^2t$  at 0,1 s and measured values at test no. 2 is possible by means of the following formula:

$$I^2t_{(0,01\text{ s})} = F \sqrt{I^2t_{(0,1\text{ s})} \cdot I^2t(\text{test no. 2})}$$

$F = 0,7$  for "gG" and "gM" fuse-links;

$F = 0,6$  for "gD" fuse-links;

$F = 1,0$  for "gN" fuse-links.

The factor  $F$  corrects the curvature in the time-current characteristic in this region of time.

#### B.2 Calculation of the value of pre-arcing $I^2t$ under the conditions of test no. 2

For smaller ratings of a homogeneous series where no direct tests are provided in the specification, the evaluation of the value of pre-arcing  $I^2t$  under the conditions of test no. 2 is possible by means of the formula:

$$(I^2t)_2 = (I^2t)_1 \times \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

where

$(I^2t)_2$  is the pre-arcing  $I^2t$  under the conditions of test no. 2 for the smaller rating

$(I^2t)_1$  is the pre-arcing  $I^2t$  under the conditions of test no. 2 for the largest rating measured in the breaking-capacity tests

$A_2$  is the minimum cross-sectional area of the element of smaller rating

$A_1$  is the minimum cross-sectional area of the element of the largest rating

The calculated value can be used for the evaluation of the  $I^2t$  value at 0,01 s (see clause B.1).

## **Annexe C** **(informative)**

### **Calcul de la caractéristique de courant coupé limité-durée**

#### **AVANT-PROPOS**

Le paragraphe 7.6 de cette norme prescrit la caractéristique d'amplitude du courant coupé en fonction du courant présumé.

La méthode décrite ci-après permet de calculer la caractéristique d'amplitude du courant coupé en fonction de la durée réelle de préarc.

Les résultats varieront d'un élément de remplacement à l'autre; pour assurer la pleine interchangeabilité, les calculs devraient reposer sur les valeurs de  $I^2t$  maximales admissibles suivant la présente norme. Il faut également noter que la méthode suivante indique la valeur de crête du courant pendant la période de préarc, alors que, pour beaucoup de fusibles (en particulier ceux qui sont prévus pour la protection de semi-conducteurs), le courant continue à augmenter pendant la période d'arc; par conséquent, la méthode suivante fournira une évaluation plutôt prudente, dépendant des conditions du circuit.

Néanmoins, elle a été incluse en tant qu'approximation satisfaisante qui permettra à l'utilisateur de calculer ces courbes en cas de besoin (par exemple pour des études concernant la soudure des contacts).

#### **C.1 Note préliminaire**

La caractéristique d'amplitude du courant coupé en fonction du courant présumé est définie en 2.3.7; cette caractéristique fait l'objet de 5.8.1 et de la figure 3; les essais sont décrits en 8.6.

L'indication de cette caractéristique n'est pas imposée.

De plus, les renseignements qu'elle fournit sont généralement imprécis, en particulier dans la zone du début de la limitation (durée de préarc de l'ordre de 5 ms en régime périodique ou 10 ms en régime apériodique).

Les utilisateurs qui doivent protéger des constituants (par exemple des contacteurs) qui supportent difficilement des courants de courte durée et de grande amplitude (tels que ceux que laissent passer les fusibles avant l'élimination de court-circuit) ont besoin de connaître avec précision la valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure, afin de réaliser l'association «fusible-constituant» la plus économique.

Une caractéristique qui donne avec précision la valeur du courant coupé limité en fonction de la durée réelle de préarc fournit des informations mieux adaptées pour cette détermination.

#### **C.2 Définition**

Caractéristique d'amplitude du courant coupé limité en fonction de la durée réelle de préarc: Courbe donnant la valeur du courant coupé limité en fonction de la durée réelle de préarc et pour un fonctionnement symétrique.

## **Annex C** (informative)

### **Calculation of cut-off current-time characteristic**

#### **FOREWORD**

Subclause 7.6 of this standard prescribes the cut-off characteristic as a function of the prospective current.

The following method constitutes a means by which the cut-off current characteristic may be calculated as a function of the actual pre-arcing time.

The result will be different for every fuse-link, and thus, for full interchangeability, calculations should be based upon the maximum  $I^2t$  values permitted in this standard. It should also be noted that the following method gives the peak current during the pre-arcing period, whereas for many fuses (especially the types for protection of semiconductors), the current continues to rise during the arcing period, and hence the following method will give a somewhat low estimate, dependent upon circuit conditions.

However, it is included as a good approximation which will enable a user to calculate these curves when necessary (e.g. for studies of contact welding).

#### **C.1 Preliminary note**

The cut-off current characteristic as a function of prospective current is defined in 2.3.7; the characteristic is the subject of 5.8.1 and of figure 3; the tests are described in 8.6.

The supply of this characteristic is not mandatory.

Moreover, the information that it gives is generally imprecise, especially in the zone at the beginning of the limitation (pre-arcing time of about 5 ms for symmetrical operation or up to 10 ms for asymmetrical operation).

Users who have to protect components (e.g. contactors) which withstand with difficulty currents of short duration and large amplitude (e.g. those which the fuses let through before clearance of the short-circuit) need to know with accuracy the maximum instantaneous value reached by the current during the breaking operation in order to make the most economical "fuse-component" association.

A characteristic which accurately gives the cut-off current as a function of the actual pre-arcing times provides more useful information for this purpose.

#### **C.2 Definition**

Cut-off current characteristic as a function of actual pre-arcing time:

A curve giving cut-off currents as a function of actual pre-arcing time for a symmetrical operation.

### C.3 Caractéristique

Si la caractéristique d'amplitude du courant coupé en fonction de la durée réelle de préarc doit être fournie, elle doit être établie en fonctionnement symétrique et doit être fournie selon l'exemple montré à la figure C.1, sur une représentation logarithmique double, la valeur du courant coupé limité étant portée en abscisse et la durée en ordonnée.

### C.4 Conditions d'essai

La valeur du courant coupé limité correspondant à une durée de fonctionnement déterminée dépend aussi du degré d'asymétrie du courant de court-circuit, et il existe autant de caractéristiques que de conditions d'établissement du court-circuit qui exigeraient un très grand nombre d'essais.

Pour un élément de remplacement déterminé, dans une région déterminée de la durée de fonctionnement et pour chaque valeur du courant coupé, la valeur de  $I^2t$  est approximativement indépendante du degré d'asymétrie du courant de court-circuit.

Cette propriété permet de procéder de la façon suivante:

- 1) établissement de la caractéristique d'amplitude du courant coupé en fonction de la durée réelle de préarc en régime de court-circuit symétrique;
- 2) calcul de la caractéristique correspondant à un degré d'asymétrie quelconque.

### C.5 Calcul à partir des grandeurs mesurées

La caractéristique établie expérimentalement en régime périodique fournit directement la valeur du courant coupé et la durée de préarc correspondante.

Puisque le court-circuit est symétrique, il est facile de calculer à partir des grandeurs précédentes le courant de court-circuit présumé et l'intégrale de Joule.

Désignons par:

- $\omega$  pulsation du réseau
- $I_p$  courant de court-circuit présumé
  - $I_{ps}$ : en régime symétrique
  - $I_{pa}$ : en régime asymétrique
- $I_c$  valeur du courant coupé limité
- $\phi$  déphasage du courant par rapport à la tension
- $\psi$  angle de déclenchement du court-circuit compté à partir du passage naturel de la tension par zéro
- $R, L$ : résistance et inductance du circuit
- $t_s$ : durée de préarc en régime périodique
- $t_a$ : durée de préarc en régime apériodique

En régime périodique:

$$(1) \quad I_c = I_{ps} \sqrt{2} \sin \omega t_s$$

### C.3 Characteristic

If the cut-off current characteristic is indicated as a function of actual pre-arcing time, it shall be evaluated for symmetrical making current and shall be given according to the example shown in figure C.1 in a double logarithmic presentation with current as abscissa, and time as ordinate.

### C.4 Test condition

The cut-off current corresponding to a given pre-arcing time depends also on the degree of asymmetry of the short-circuit, and since there are as many characteristics as making conditions an infinite number of tests would be required.

For a given fuse-link, in a given region of operating time, and for each value of cut-off current, the value  $I^2t$  is approximately independent of the degree of asymmetry of the short-circuit current.

This property makes the following procedure possible:

- 1) measurement of the cut-off current characteristic for symmetrical operation as a function of the actual pre-arcing time for a symmetrical operation;
- 2) calculation of the cut-off current characteristic corresponding to any degree of asymmetry.

### C.5 Calculation from the measured values

The experimental characteristic gives cut-off current as a function of pre-arcing time.

The short-circuit being symmetrical, it is easy to calculate from the above values the prospective short-circuit current the Joule integral.

Of:

$\omega$  pulsation

$I_p$  prospective short-circuit current

$I_{ps}$ : with symmetrical conditions

$I_{pa}$ : with asymmetrical conditions

$I_c$  cut-off current

$\phi$  phase of the current with respect to the voltage

$\psi$  making angle, with respect to the natural zero of the voltage

$R, L$ : resistance and inductance symmetrical conditions

$t_s$ : pre-arcing time with symmetrical conditions

$t_a$ : pre-arcing time with asymmetrical conditions

With symmetrical conditions:

$$(1) \quad I_c = I_{ps} \sqrt{2} \sin \omega t_s$$

$$(2) \quad \int I_c^2 dt = 2I_{ps}^2 \int_0^{t_s} \sin^2 \omega t dt$$

par définition:  $\psi = 0$

$R, L, \phi$  n'interviennent pas dans le calcul.

En régime aperiodique:

$$(3) \quad I_c = I_{pa} \sqrt{2} \left[ \sin(\omega t_a + \psi - \phi) - e^{-\frac{Rt_a}{L}} \sin(\psi - \phi) \right]$$

$$(4) \quad \int I^2 dt = 2I_{pa}^2 \int_0^{t_a} \left[ \sin(\omega t + \psi - \phi) - e^{-\frac{Rt}{L}} \sin(\psi - \phi) \right]^2 dt$$

En supposant que la valeur du courant coupé limité et la contrainte thermique soient les mêmes dans les deux cas:

$$I_{ps} \sqrt{2} \sin \omega t_s \approx I_{pa} \sqrt{2} \left[ \sin(\omega t_a + \psi - \phi) - e^{-\frac{Rt_a}{L}} \sin(\psi - \phi) \right]$$

$$2I_{ps}^2 \int_0^{t_a} \sin^2 \omega t dt \approx 2I_{pa}^2 \int_0^{t_a} \left[ \sin(\omega t + \psi - \phi) - e^{-\frac{Rt}{L}} \sin(\psi - \phi) \right]^2 dt$$

il est possible de calculer deux grandeurs quelconques si l'on connaît les sept autres.

En particulier, à partir des valeurs du courant coupé limité et de la contrainte thermique mesurées et calculées, il est possible de calculer la durée de préarc et le courant de court-circuit présumé correspondant aux conditions d'asymétrie imposées.

Cette hypothèse est à peu près vérifiée pour des durées de préarc comprises entre 1 ms et 5 ms.

Pour des durées de préarc inférieures à 1 ms, la caractéristique donnant la valeur du courant coupé limité en fonction du courant de court-circuit présumé fournit des informations précises.

$$(2) \quad \int I_c^2 dt = 2I_{ps}^2 \int_0^{t_s} \sin^2 \omega t dt$$

by definition:  $\psi = 0$

The calculation is independent of the values of  $R$ ,  $L$ ,  $\phi$ .

With asymmetrical conditions:

$$(3) \quad I_c = I_{pa} \sqrt{2} \left[ \sin(\omega t_a + \psi - \phi) - e^{-\frac{Rt_a}{L}} \sin(\psi - \phi) \right]$$

$$(4) \quad \int I^2 dt = 2I_{pa}^2 \int_0^{t_a} \left[ \sin(\omega t + \psi - \phi) - e^{-\frac{Rt}{L}} \sin(\psi - \phi) \right]^2 dt$$

Assuming that the cut-off current and the Joule integral are the same for both conditions:

$$I_{ps} \sqrt{2} \sin \omega t_s \approx I_{pa} \sqrt{2} \left[ \sin(\omega t_a + \psi - \phi) - e^{-\frac{Rt_a}{L}} \sin(\psi - \phi) \right]$$

$$2I_{ps}^2 \int_0^{t_s} \sin^2 \omega t dt \approx 2I_{pa}^2 \int_0^{t_a} \left[ \sin(\omega t + \psi - \phi) - e^{-\frac{Rt}{L}} \sin(\psi - \phi) \right]^2 dt$$

it is possible to calculate any two values if the seven others are known.

In particular, from the value of cut-off current and Joule integral, obtained by experience and by calculation, it is possible to calculate the pre-arcing time and the prospective short-circuit current corresponding to imposed asymmetrical conditions.

This assumption is approximately true for pre-arcing times of the order of 1 ms to 5 ms.

For pre-arcing times inferior to 1 ms, the characteristic giving cut-off current as a function of prospective short-circuit current gives precise information.



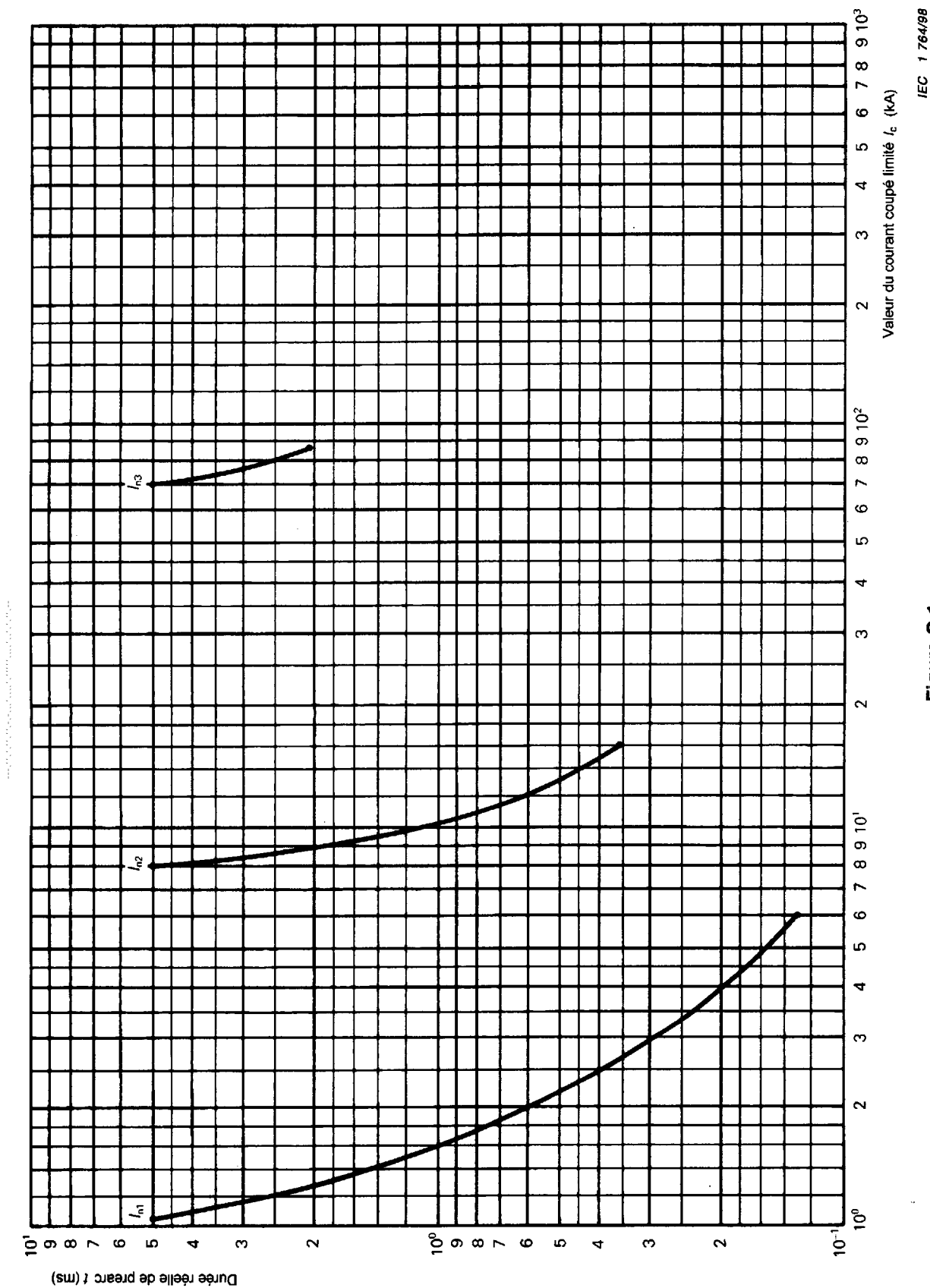
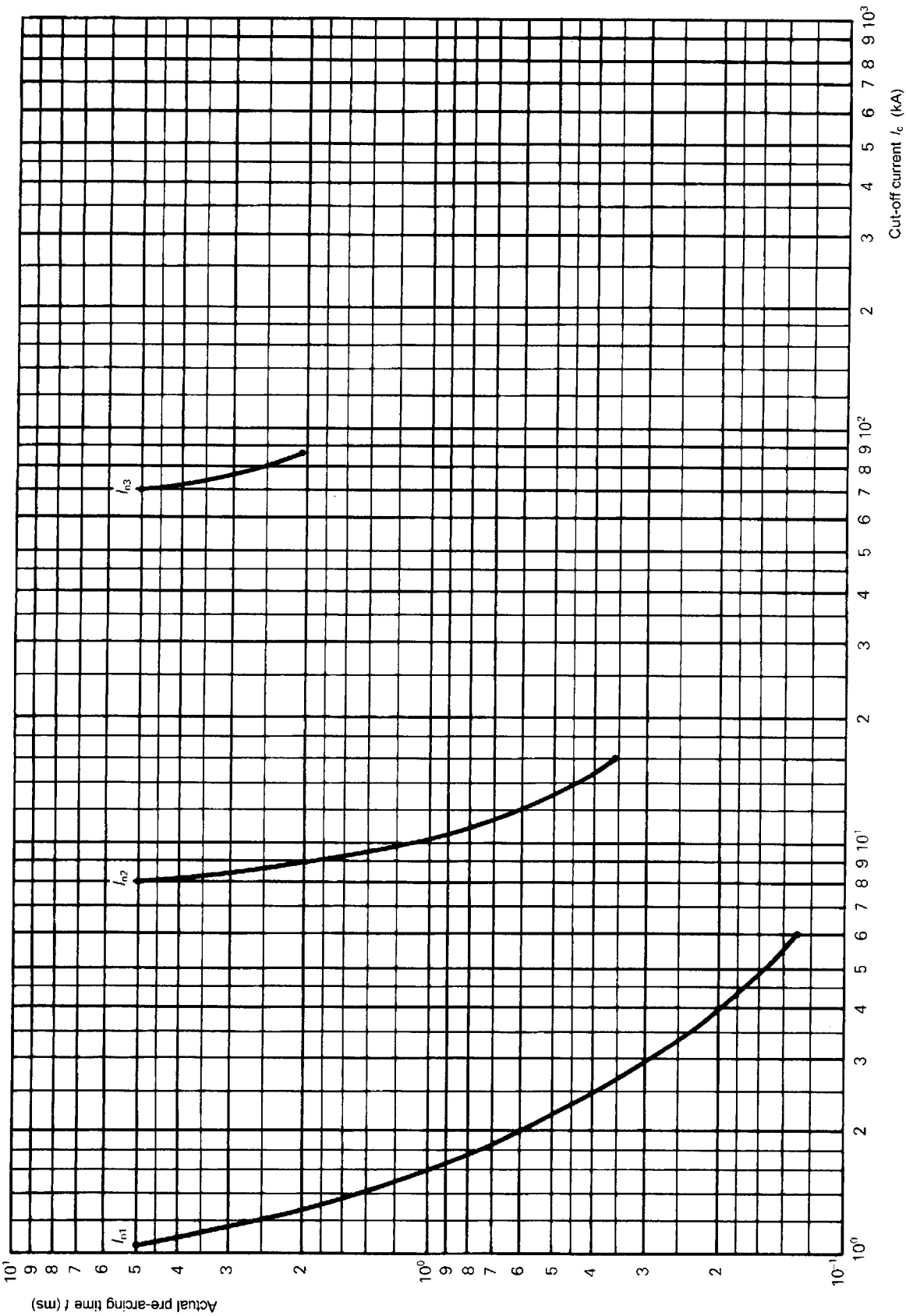


Figure C.1

IEC 1764/98



IEC 1764/98

Figure C.1

## **Annexe D** **(informative)**

### **Influence de la température de l'air ambiant et des conditions d'installation sur le fonctionnement des éléments de remplacement**

#### **D.1 Influence d'une augmentation de la température de l'air ambiant**

##### **D.1.1 Sur le courant assigné**

Lorsque des éléments de remplacement sont appelés à fonctionner, sous pleine charge et pendant de longues durées, à une température ambiante moyenne supérieure à la valeur spécifiée en 3.1, une réduction de leur courant assigné peut s'avérer nécessaire. Le facteur de réduction devrait faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur et tenir compte de l'ensemble des conditions d'utilisation.

##### **D.1.2 Sur l'échauffement**

Une augmentation de la température ambiante moyenne provoque une augmentation relativement faible de l'échauffement.

##### **D.1.3 Sur les courants conventionnels de fusion et de non-fusion ( $I_f$ et $I_{nf}$ )**

Une augmentation de la température ambiante moyenne provoque une diminution généralement faible des courants conventionnels de fusion et de non-fusion ( $I_f$  et  $I_{nf}$ )

##### **D.1.4 Conditions de démarrage de moteurs**

Lorsque l'augmentation de la température ambiante moyenne d'un élément de remplacement est provoquée par un démarrage de moteur, il n'est pas nécessaire d'appliquer un facteur de réduction.

#### **D.2 Influence d'une réduction de la température de l'air ambiant**

Une réduction de la température de l'air ambiant en dessous de la valeur indiquée en 3.1 peut permettre une augmentation du courant assigné, mais peut également provoquer une augmentation du courant conventionnel de fusion, du courant conventionnel de non-fusion et des durées de préarc pour les surintensités moins élevées. Le degré d'augmentation dépendra de la température réelle et de la construction de l'élément de remplacement. Dans ce cas, il y a toujours lieu de consulter le constructeur.

#### **D.3 Influence des conditions d'installation**

Les différentes conditions d'installation, telles que:

- a) l'installation de l'élément de remplacement dans une boîte ou à l'air libre;
- b) la nature de la surface de montage;
- c) le nombre de fusibles montés dans un coffret;
- d) la section et l'isolation des connexions,

peuvent avoir une influence sur les conditions de fonctionnement et devraient être prises en considération.

## **Annex D**

### **(informative)**

### **Effect of change of ambient temperature or surroundings on the performance of fuse-links**

#### **D.1 Effect of increase of ambient temperature**

##### **D.1.1 On current rating**

For fuse-links that operate at full load for long periods in an average ambient temperature above the value given in 3.1, a reduction of the current rating may be required. The de-rating factor should be as agreed by the manufacturer and the user after taking into account all the circumstances.

##### **D.1.2 On temperature rise**

An increase in average ambient temperature causes a relatively small increase in temperature rise.

##### **D.1.3 On conventional fusing and non-fusing current ( $I_f$ and $I_{nf}$ )**

An increase in average ambient temperature causes a decrease, usually small, in the fusing and non-fusing current ( $I_f$  and  $I_{nf}$ )

##### **D.1.4 For motor starting conditions**

It is not necessary to de-rate fuse-links for increases in average ambient temperature of the fuse-link caused by the starting of a motor.

#### **D.2 Effect of decrease of ambient air temperature**

A decrease in ambient air temperature below the value given in 3.1 may permit an increase in current rating but it may also cause an increase in the conventional fusing current, conventional non-fusing current and pre-arcing times for smaller over-currents. The magnitude of the relevant increases will be dependent upon the actual temperature and on the design of the fuse-link. In this case the manufacturer should always be consulted.

#### **D.3 Effect of installation conditions**

Different installation conditions, such as:

- a) enclosure in a box or mounting in the open;
- b) the nature of the mounting surface;
- c) the number of fuses mounted in a box;
- d) the cross-section and insulation of connections,

can affect the operating conditions and should be taken into account.

**Standards Survey**

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

**International Electrotechnical Commission**

3, rue de Varembé  
1211 Genève 20  
Switzerland

or

Fax to: IEC/CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE  
SUISSE**

Customer Service Centre (CSC)  
**International Electrotechnical Commission**  
3, rue de Varembé  
1211 GENEVA 20  
Switzerland



[illegible]

**Enquête sur les normes**

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

**Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembe

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

**A Prioritaire**

Nicht frankieren  
Ne pas affranchir



Non affrancare  
No stamp required

**RÉPONSE PAYÉE**

**SUISSE**

Centre du Service Clientèle (CSC)

**Commission Electrotechnique Internationale**

3, rue de Varembe

1211 GENÈVE 20

Suisse



**Q1** Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:  
(ex. 60601-1-1)

.....

**Q2** En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?  
(cochez tout ce qui convient)  
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat ☐
- bibliothécaire ☐
- chercheur ☐
- ingénieur concepteur ☐
- ingénieur sécurité ☐
- ingénieur d'essais ☐
- spécialiste en marketing ☐
- autre(s).....

**Q3** Je travaille:  
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie ☐
- comme consultant ☐
- pour un gouvernement ☐
- pour un organisme d'essais/  
certification ☐
- dans un service public ☐
- dans l'enseignement ☐
- comme militaire ☐
- autre(s).....

**Q4** Cette norme sera utilisée pour/comme  
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence ☐
- une recherche de produit ☐
- une étude/développement de produit ☐
- des spécifications ☐
- des soumissions ☐
- une évaluation de la qualité ☐
- une certification ☐
- une documentation technique ☐
- une thèse ☐
- la fabrication ☐
- autre(s).....

**Q5** Cette norme répond-elle à vos besoins:  
(une seule réponse)

- pas du tout ☐
- à peu près ☐
- assez bien ☐
- parfaitement ☐

**Q6** Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:  
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée ☐
- la norme est incomplète ☐
- la norme est trop théorique ☐
- la norme est trop superficielle ☐
- le titre est équivoque ☐
- je n'ai pas fait le bon choix ☐
- autre(s) .....

**Q7** Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres

- (1) inacceptable,  
(2) au-dessous de la moyenne,  
(3) moyen,  
(4) au-dessus de la moyenne,  
(5) exceptionnel,  
(6) sans objet

- publication en temps opportun .....
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique .....
- disposition logique du contenu .....
- tableaux, diagrammes, graphiques,  
figures .....
- autre(s) .....

**Q8** Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français ☐
- uniquement le texte anglais ☐
- les textes anglais et français ☐

**Q9** Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ISBN 2-8318-4492-4



---

ICS 29.120.50

---

Typeset and printed by the IEC Central Office  
GENEVA, SWITZERLAND