

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**RECOMMANDATION DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC RECOMMENDATION**

**Publication 269-4**

Première édition — First edition

1974

---

**Coupe-circuit à fusibles à basse tension**

**Quatrième partie: Règles supplémentaires concernant les éléments de remplacement  
utilisés pour la protection des dispositifs à semi-conducteurs**

---

**Low-voltage fuses**

**Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for the protection  
of semiconductor devices**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

## Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**  
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement

## Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

## Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

## Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

## Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**  
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

## Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

## Other I E C publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**RECOMMANDATION DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC RECOMMENDATION**

**Publication 269-4**

Première édition — First edition

1974

---

**Coupe-circuit à fusibles à basse tension**

**Quatrième partie: Règles supplémentaires concernant les éléments de remplacement  
utilisés pour la protection des dispositifs à semiconducteurs**

---

**Low-voltage fuses**

**Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for the protection  
of semiconductor devices**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
NOTE EXPLICATIVE . . . . .	6
Articles	
1. Généralités . . . . .	6
1.1 Domaine d'application . . . . .	6
1.2 Objet . . . . .	6
2. Définitions . . . . .	8
2.2 Termes généraux . . . . .	8
3. Conditions normales de fonctionnement en service . . . . .	8
3.2 Température à l'intérieur d'une enveloppe . . . . .	8
3.5 Tension . . . . .	8
3.6 Courant . . . . .	8
3.7 Fréquence et facteur de puissance . . . . .	10
3.9 Pouvoir de coupure . . . . .	10
5. Caractéristiques des coupe-circuit . . . . .	10
5.1 Énumération des caractéristiques . . . . .	10
5.2 Tension nominale . . . . .	10
5.4 Fréquence nominale . . . . .	10
5.5 Puissance dissipée nominale . . . . .	10
5.6 Caractéristiques temps/courant, courants conventionnels et courbes de surcharge . . . . .	10
5.8 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé et $I^2t$ . . . . .	12
5.9 Caractéristiques de la tension de coupure . . . . .	12
6. Indications que doivent porter les coupe-circuit . . . . .	14
6.2 Indications que doivent porter les éléments de remplacement . . . . .	14
7. Conditions normales d'établissement . . . . .	14
7.3 Échauffement et puissance dissipée . . . . .	14
7.4 Fonctionnement . . . . .	14
7.5 Pouvoir de coupure . . . . .	14
7.6 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé . . . . .	14
7.7 Caractéristiques $I^2t$ . . . . .	14
7.12 Caractéristiques de la tension de coupure . . . . .	14
7.13 Conditions de fonctionnement particulières . . . . .	14
8. Essais . . . . .	16
8.1 Généralités . . . . .	16
8.3 Vérification des limites d'échauffement et de la puissance dissipée . . . . .	18
8.4 Vérification du fonctionnement . . . . .	18
8.5 Vérification du pouvoir de coupure . . . . .	20
8.6 Vérification des caractéristiques d'amplitude du courant coupé . . . . .	24
8.7 Vérification des caractéristiques $I^2t$ et de la tension de coupure . . . . .	24
FIGURE A Disposition d'essai conventionnelle . . . . .	28

## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
EXPLANATORY NOTE . . . . .	7
Clause	
1. General . . . . .	7
1.1 Scope . . . . .	7
1.2 Object . . . . .	7
2. Definitions . . . . .	9
2.2 General terms . . . . .	9
3. Standard conditions for operation in service . . . . .	9
3.2 Temperature inside an enclosure . . . . .	9
3.5 Voltage . . . . .	9
3.6 Current . . . . .	9
3.7 Frequency and power factor . . . . .	11
3.9 Breaking capacity . . . . .	11
5. Characteristics of fuses . . . . .	11
5.1 Summary of characteristics . . . . .	11
5.2 Rated voltage . . . . .	11
5.4 Rated frequency . . . . .	11
5.5 Rated power loss . . . . .	11
5.6 Time/current characteristics, conventional currents and overload curves . . . . .	11
5.8 Cut-off and $I^2t$ characteristics . . . . .	13
5.9 Switching voltage characteristics . . . . .	13
6. Markings . . . . .	15
6.2 Markings on fuse-links . . . . .	15
7. Standard conditions for construction . . . . .	15
7.3 Temperature rise and power loss . . . . .	15
7.4 Operation . . . . .	15
7.5 Breaking capacity . . . . .	15
7.6 Cut-off characteristics . . . . .	15
7.7 $I^2t$ characteristics . . . . .	15
7.12 Switching voltage characteristics . . . . .	15
7.13 Special operating conditions . . . . .	15
8. Tests . . . . .	17
8.1 General . . . . .	17
8.3 Verification of temperature rise limits and power loss . . . . .	19
8.4 Verification of operation . . . . .	19
8.5 Verification of the breaking capacity . . . . .	21
8.6 Verification of cut-off characteristics . . . . .	25
8.7 Verification of the $I^2t$ characteristics and switching voltage characteristics . . . . .	25
FIGURE A Conventional test arrangement . . . . .	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COUPE-CIRCUIT À FUSIBLES À BASSE TENSION

Quatrième partie : Règles supplémentaires concernant les éléments de remplacement  
utilisés pour la protection des dispositifs à semiconducteurs

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparées par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 32B: Coupe-circuit à fusibles à basse tension, du Comité d'Etudes N° 32 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles.

Un premier projet concernant les règles supplémentaires relatives aux éléments de remplacement utilisés pour la protection des dispositifs à semiconducteurs, préparé en 1971 par un Groupe de Travail, a été discuté lors de la réunion tenue à Bruxelles en juin 1971. Un projet révisé, document 32B(Bureau Central)21, a été discuté à Londres en mars 1973 pour être ensuite soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1973.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la quatrième partie:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Autriche	Portugal
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Espagne	Suisse
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Hongrie	Yougoslavie
Israël	

Cette quatrième partie doit être utilisée conjointement avec la Publication 269-1 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles à basse tension, Première partie: Règles générales. Les problèmes d'application feront l'objet d'un guide d'application pratique qui est actuellement à l'étude.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LOW-VOLTAGE FUSES**

**Part 4 : Supplementary requirements for fuse-links for the protection  
of semiconductor devices**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 32B, Low-voltage Fuses, of IEC Technical Committee No. 32, Fuses.

A first draft covering supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices prepared by a Working Group in 1971 was discussed at the Brussels meeting in June 1971. A revised draft, document 32B(Central Office)21, was then discussed at the meeting held in London in March 1973, as a result of which it was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 4:

Australia	Netherlands
Austria	Portugal
Belgium	Romania
Canada	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	Yugoslavia
Japan	

This Part 4 should be used in conjunction with IEC Publication 269-1, Low-voltage Fuses, Part 1: General Requirements. Application problems will be covered by an Application Guide which is at present under consideration.

## COUPE-CIRCUIT À FUSIBLES À BASSE TENSION

### Quatrième partie : Règles supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des dispositifs à semiconducteurs

#### NOTE EXPLICATIVE

Etant donné qu'il convient de lire conjointement la présente recommandation et la Publication 269-1 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles à basse tension, Première partie: Règles générales, on a fait correspondre la numérotation de leurs articles, paragraphes et tableaux. Pour les figures supplémentaires, on a recouru à des lettres majuscules, par exemple: figure A.

#### 1. Généralités

Sauf indication contraire dans le texte qui suit, les éléments de remplacement utilisés pour la protection des dispositifs à semiconducteurs doivent répondre à l'ensemble des règles énoncées dans la Publication 269-1 de la CEI ainsi qu'aux règles supplémentaires fixées ci-après.

##### 1.1 *Domaine d'application*

Les présentes règles supplémentaires s'appliquent aux éléments de remplacement dont les valeurs nominales ont été établies sur la base d'un courant alternatif sinusoïdal et qui sont destinés à être associés à des matériels comportant des dispositifs à semiconducteurs et utilisés dans des circuits de tensions nominales inférieures ou égales à 1 000 V et, s'il y a lieu, supérieures à 1 000 V.

*Notes 1.* — Ces éléments de remplacement seront dénommés « éléments de remplacement pour semiconducteurs ».

2. — Dans la plupart des cas, une partie du matériel associé sert de socle. Du fait de la grande variété de matériels, il n'est pas possible d'établir des règles de portée générale, l'aptitude du matériel associé à servir de socle doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Cependant, si des socles ou ensembles porteurs séparés sont utilisés, ceux-ci doivent répondre aux règles correspondantes de la première partie.

##### 1.2 *Objet*

Les présentes règles supplémentaires ont pour objet de préciser les caractéristiques des éléments de remplacement pour les semiconducteurs de manière à permettre leur remplacement par d'autres éléments de remplacement ayant les mêmes caractéristiques, à condition que leurs dimensions soient identiques. A cette fin, elles fixent en particulier:

###### 1.2.1 Les caractéristiques des éléments de remplacement en ce qui concerne:

- a) leurs valeurs nominales: courant, tension, puissance dissipée;
- b) les valeurs limites de leur tension de coupure;
- c) leurs échauffements en service normal;
- d) leurs caractéristiques temps/courant;
- e) leurs caractéristiques d'amplitude du courant coupé et leurs caractéristiques  $I^2t$ .

###### 1.2.2 Les essais de type destinés à vérifier les caractéristiques des éléments de remplacement.

###### 1.2.3 Les indications à porter sur les éléments de remplacement.

###### 1.2.4 Disponibilité et présentation des données techniques.

## LOW-VOLTAGE FUSES

### Part 4 : Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices

#### EXPLANATORY NOTE

In view of the fact that this recommendation should be read together with IEC Publication 269-1, Low-voltage Fuses, Part 1: General Requirements, the numbering of its clauses and sub-clauses and tables is made to correspond to the latter. Additional figures are referred to by capital letters, e.g. Figure A.

#### 1. General

Fuse-links for the protection of semiconductor devices shall comply with all requirements of IEC Publication 269-1, if not otherwise indicated hereinafter, and shall also comply with the supplementary requirements laid down below.

##### 1.1 Scope

These supplementary requirements apply to fuse-links rated on the basis of sinusoidal alternating current for application in equipment containing semiconductor devices for circuits up to 1 000 V and also, in so far as they are applicable, for higher voltages.

*Notes 1.* — Such fuse-links are commonly referred to as “semiconductor fuse-links”.

2. — In most cases, a part of the associated equipment serves the purpose of a fuse-base. Owing to the great variety of equipment, no general rules can be given; the suitability of the associated equipment to serve as a fuse-base shall be subject to agreement between the manufacturer and the user. However, if separate fuse-bases or fuse-holders are used, they shall comply with the appropriate requirements of Part 1.

##### 1.2 Object

The object of these supplementary requirements is to establish the characteristics of semiconductor fuse-links in such a way that they can be replaced by other fuse-links having the same characteristics provided that their dimensions are identical. For this purpose, they presents in particular:

###### 1.2.1 The characteristics of fuse-links with reference to:

- a) their rated values: current, voltage, power loss;
- b) their switching voltage limits;
- c) their temperature rises in normal service;
- d) their time/current characteristics;
- e) their cut-off characteristics and their  $I^2t$  characteristics.

###### 1.2.2 Type tests for verification of the characteristics of fuse-links.

###### 1.2.3 The markings on fuse-links.

###### 1.2.4 Availability and presentation of technical data.

## 2. Définitions

### 2.2 Termes généraux

2.2.10 *Dispositif à semiconducteurs* (selon la Publication 147-0 de la CEI: Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs à semiconducteurs et principes généraux des méthodes de mesure, Partie 0: Généralités et terminologie).

Dispositif dont les caractéristiques essentielles sont dues à un flux de porteurs de charge à l'intérieur d'un semiconducteur.

### 2.2.11 *Conditions atmosphériques locales*

Conditions du microclimat entourant un coupe-circuit à fusible enfermé dans une enveloppe avec d'autres matériels.

*Note.* — Les conditions atmosphériques locales comprennent des facteurs tels que les rayonnements thermiques et les déplacements d'air.

### 2.2.12 *Élément de remplacement pour semiconducteurs*

Élément de remplacement limiteur de courant capable d'interrompre, dans des conditions spécifiées, tout courant inférieur ou égal au pouvoir de coupure nominal qui subsiste pendant un temps suffisamment long pour faire fondre le ou les éléments fusibles (voir paragraphe 7.4.3).

## 3. Conditions normales de fonctionnement en service

### 3.2 *Température à l'intérieur d'une enveloppe*

Les valeurs nominales des éléments de remplacement étant basées sur des conditions spécifiées qui ne correspondent pas toujours aux conditions existantes au lieu d'installation, y compris les conditions atmosphériques locales, l'utilisateur peut avoir à consulter le constructeur quant à la nécessité éventuelle de réviser les valeurs nominales.

### 3.5 *Tension*

#### 3.5.1 *Tension nominale*

La tension nominale d'un élément de remplacement est rapportée à la tension appliquée; elle est basée sur la valeur efficace d'une tension alternative sinusoïdale. De plus, il est admis que la tension appliquée se maintient à la même valeur pendant toute la durée de fonctionnement de l'élément de remplacement. Tous les essais de vérification des valeurs nominales sont fondés sur ce principe.

*Note.* — Pour de nombreux cas d'utilisation, la tension appliquée aura une forme suffisamment proche de la forme sinusoïdale pendant la partie essentielle du temps de fonctionnement; cependant il existe beaucoup de cas où cette condition n'est pas satisfaite.

Le fonctionnement d'un élément de remplacement soumis à une tension non sinusoïdale peut être évalué en comparant en première approximation les moyennes arithmétiques des valeurs des tensions non sinusoïdales et sinusoïdales appliquées.

#### 3.5.2 *Tension appliquée en service*

Dans les conditions de service, la tension appliquée est la tension qui, dans un circuit défectueux, provoque une augmentation du courant de façon telle que l'élément de remplacement fonctionne.

Par conséquent, la valeur de la tension appliquée dans un circuit monophasé à courant alternatif est habituellement identique à la tension de rétablissement à fréquence industrielle. Pour les cas autres que celui de la tension alternative sinusoïdale, il est nécessaire de connaître la tension appliquée en fonction du temps. Pour une tension unidirectionnelle, les valeurs importantes sont les suivantes:

- la valeur moyenne sur l'ensemble de la durée de fonctionnement de l'élément de remplacement;
- la valeur instantanée vers la fin de la durée d'arc.

### 3.6 *Courant*

Le courant nominal d'un élément de remplacement pour semiconducteurs est basé sur la valeur efficace d'un courant alternatif sinusoïdal à fréquence nominale.

*Note.* — Le temps de réponse thermique de l'élément de remplacement peut être de valeur si faible qu'il ne soit pas admissible qu'un fonctionnement dans des conditions s'écartant sensiblement du courant sinusoïdal puisse être estimé sur la base de la seule valeur efficace du courant. Cela s'applique en particulier à des fréquences de valeur moins élevée et lorsque le courant présente des pointes importantes alternant avec des intervalles considérables de valeurs de courant insignifiantes, comme c'est le cas dans les convertisseurs de fréquence ou les matériels de traction.

## 2. Definitions

### 2.2 General terms

2.2.10 *Semiconductor device* (according to IEC Publication 147-0, Essential Ratings and Characteristics of Semiconductor Devices and General Principles of Measuring Methods, Part 0: General and Terminology).

A device whose essential characteristics are due to the flow of charge carriers within a semiconductor.

#### 2.2.11 *Local air conditions*

The conditions of the micro-climate surrounding a fuse in an enclosure with other equipment.

*Note.* — The local air conditions include such factors as heat radiation and air motion.

#### 2.2.12 *Semiconductor fuse-link*

A current-limiting fuse-link capable of breaking under specific conditions any current value not exceeding the rated breaking capacity which persists for a time sufficient to melt the fuse-element(s) (see Sub-clause 7.4.3).

## 3. Standard conditions for operation in service

### 3.2 *Temperature inside an enclosure*

Since the rated values of the fuse-links are based on specified conditions that do not always correspond to those prevailing at the point of installation, including the local air conditions, the user may have to consult the manufacturer concerning the possible need of re-rating.

### 3.5 *Voltage*

#### 3.5.1 *Rated voltage*

The rated voltage of a fuse-link is related to the applied voltage. It is based on the r.m.s. value of a sinusoidal a.c. voltage; it is further assumed that the applied voltage retains the same value throughout the operation of the fuse-link. All tests to verify the ratings are based on this assumption.

*Note.* — In many applications, the applied voltage will be sufficiently close to the sinusoidal form for the significant part of the operating time, but there are many cases where this condition is not satisfied.

The performance of a fuse-link subjected to a non-sinusoidal applied voltage can be evaluated by comparing for the first approximation the arithmetic mean values of the non-sinusoidal and sinusoidal applied voltages.

#### 3.5.2 *Applied voltage in service*

Under service conditions, the applied voltage is that voltage which, in the fault circuit, causes the current to increase to such proportions that the fuse-link will operate.

Consequently, the value of the applied voltage in a single-phase a.c. circuit is usually identical to the power-frequency recovery voltage. For all cases other than the sinusoidal a.c. voltage, it is necessary to know the applied voltage as a function of time. For a uni-directional voltage, the important values are:

- the average value over the entire period of the operation of the fuse-link, and
- the instantaneous value near the end of the arcing period.

### 3.6 *Current*

The rated current of a semiconductor fuse-link is based on the r.m.s. value of a sinusoidal a.c. current at rated frequency.

*Note.* — The thermal response time of the fuse-element may be so short that it cannot be assumed that operation under conditions which deviate much from sinusoidal current can be estimated on the basis of the r.m.s. current alone. This is so, in particular, at lower frequency values and when the current presents salient peaks separated by appreciable intervals of insignificant current, e.g. in the case of frequency convertors and traction applications.

### 3.7 Fréquence et facteur de puissance

#### 3.7.1 Fréquence

La fréquence nominale se rapporte aux fréquences des tension et courant sinusoïdaux qui sont à la base des essais de type.

*Note.* — En particulier, lorsque la fréquence de fonctionnement en service s'écarte notablement de la fréquence nominale, il y a lieu de consulter le constructeur.

#### 3.7.2 Facteur de puissance

Le facteur de puissance est au moins égal à la valeur indiquée dans le tableau VIII A de la première partie pour la valeur correspondante du courant présumé.

### 3.9 Pouvoir de coupure

Le pouvoir de coupure nominal est basé sur des essais de type effectués dans un circuit d'impédance exclusivement linéaire sous une tension appliquée sinusoïdale constante de fréquence nominale.

*Note.* — Dans la pratique, l'adjonction d'impédances non linéaires et de composantes de tension unidirectionnelles peut influencer sensiblement sur les conditions de coupure, soit favorablement, soit défavorablement.

## 5. Caractéristiques des coupe-circuit

### 5.1 Énumération des caractéristiques

#### 5.1.2 Pour l'élément de remplacement

- a) Tension nominale (voir paragraphe 5.2).
- b) Courant nominal (voir paragraphe 5.3.2 de la première partie).
- c) Fréquence nominale (voir paragraphe 5.4).
- d) Puissance dissipée nominale (voir paragraphe 5.5).
- e) Caractéristiques temps/courant nominales (voir paragraphe 5.6.1).
- f) Pouvoir de coupure nominal (voir paragraphe 5.7 de la première partie).
- g) Caractéristiques d'amplitude du courant coupé (voir paragraphe 5.8.1).
- h) Caractéristiques  $I^2t$  (voir paragraphe 5.8.2).
- i) Valeurs limites de la tension de coupure (voir paragraphe 5.9).

#### 5.2 Tension nominale

Pour les tensions nominales supérieures à 660 V, les valeurs doivent être choisies dans la série R5 ou, si cela n'est pas possible, dans la série R10 de la Recommandation R 3 de l'ISO.

#### 5.4 Fréquence nominale

La fréquence nominale est la fréquence à laquelle se rapportent les caractéristiques de fonctionnement.

#### 5.5 Puissance dissipée nominale

La puissance dissipée nominale d'un élément de remplacement est la valeur de la puissance dissipée au courant nominal de l'élément de remplacement. La puissance dissipée nominale est basée sur une température de l'air ambiant de 20 °C à 25 °C et sur d'autres conditions énoncées au paragraphe 7.3.

De plus, le constructeur doit indiquer la puissance dissipée en fonction du courant pour la gamme entre 50 % et 100 % du courant nominal ou pour 50 %, 63 %, 80 % et 100 % du courant nominal.

*Note.* — Dans les cas où il est intéressant de connaître la résistance de l'élément de remplacement, celle-ci sera déterminée sur la base du rapport entre la puissance dissipée et la valeur de courant correspondante.

### 5.6 Caractéristiques temps/courant, courants conventionnels et courbes de surcharge

#### 5.6.1 Caractéristiques temps/courant

Les caractéristiques temps/courant d'un élément de remplacement dépendent de la construction ainsi que, pour un élément de remplacement donné, de la température de l'air ambiant et des conditions de refroidissement.

### 3.7 Frequency and power factor

#### 3.7.1 Frequency

The rated frequency refers to the frequency of the sinusoidal current and voltage that form the basis of the type tests.

*Note.* — In particular, where service frequency deviates significantly from rated frequency, the manufacturer should be consulted.

#### 3.7.2 Power factor

The power factor is not lower than that shown in Table VIIIA of Part 1 appropriate to the value of prospective current.

### 3.9 Breaking capacity

The rated breaking capacity is based on type tests performed in a circuit containing only linear impedance and with a constant sinusoidal applied voltage of rated frequency.

*Note.* — The addition in practical applications of non-linear impedances and unidirectional voltage components may significantly influence the breaking severity either in a favourable or unfavourable direction.

## 5. Characteristics of fuses

### 5.1 Summary of characteristics

#### 5.1.2 For the fuse-link

- a) Rated voltage (see Sub-clause 5.2).
- b) Rated current (see Sub-clause 5.3.2 of Part 1).
- c) Rated frequency (Sub-clause 5.4).
- d) Rated power loss (see Sub-clause 5.5).
- e) Rated time/current characteristics (see Sub-clause 5.6.1).
- f) Rated breaking capacity (see Sub-clause 5.7 of Part 1).
- g) Cut-off characteristics (see Sub-clause 5.8.1).
- h)  $I^2t$  characteristics (see Sub-clause 5.8.2).
- i) Switching voltage limits (see Sub-clause 5.9).

#### 5.2 Rated voltage

For rated voltages above 660 V, the values shall be selected from the R5 series or, where not possible, from the R10 series of ISO Recommendation R 3.

#### 5.4 Rated frequency

The rated frequency is that frequency to which the performance data are related.

#### 5.5 Rated power loss

The rated power loss of a fuse-link is the value of power loss at the rated current of the fuse-link. The rated power loss is based on a local ambient air temperature of 20 °C to 25 °C and other conditions specified in Sub-clause 7.3.

The manufacturer shall, in addition, indicate the power loss as a function of current for a range of 50 % to 100 % of the rated current or for 50 %, 63 %, 80 % and 100 % of the rated current.

*Note.* — In cases where the resistance of the fuse-link is of interest, this resistance should be determined from the functional relation between the power loss and the associated value of current.

#### 5.6 Time/current characteristics, conventional currents and overload curves

##### 5.6.1 Time/current characteristics

The time/current characteristics of a fuse-link vary according to its design and also, for a given fuse-link, depend on the ambient temperature and the cooling conditions.

Le constructeur doit fournir des caractéristiques temps/courant basées sur une température de l'air ambiant de 20 °C à 25 °C conformément aux conditions spécifiées au paragraphe 8.3. Les caractéristiques temps/courant intéressantes sont les caractéristiques de préarc et de fonctionnement ayant la tension pour paramètre. Les caractéristiques temps/courant sont données pour la fréquence nominale.

Pour certaines applications et tout particulièrement pour les valeurs de courant présumé plus élevées (temps plus courts), les mêmes données peuvent être présentées sous forme de caractéristiques  $I^2t$ . Pour cette gamme, il est donc recommandé d'indiquer, soit en variante, soit en complément, les caractéristiques  $I^2t$ .

#### 5.6.1.1 *Caractéristique temps/courant de préarc*

La caractéristique temps/courant de préarc doit être basée sur un courant alternatif symétrique d'une fréquence donnée (fréquence nominale).

*Note.* — Cela présente une importance particulière pour la zone des temps comprise entre environ 10 périodes à la fréquence nominale et un temps si court que l'échauffement soit vraiment adiabatique.

#### 5.6.1.2 *Caractéristiques temps/courant de fonctionnement*

Les caractéristiques temps/courant de fonctionnement doivent être indiquées avec la tension appliquée pour un paramètre et pour un facteur de puissance donné. En principe, elles doivent être basées sur le moment d'établissement du courant qui conduit à la valeur la plus élevée de  $I^2t$  de fonctionnement (voir paragraphe 8.7). Le paramètre de tension doit inclure au moins 100 %, 50 % et 25 % de la tension nominale.

#### 5.6.3 *Courbes de surcharge d'éléments de remplacement pour semiconducteurs*

(A l'étude)

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

##### 5.8.1 *Caractéristiques d'amplitude du courant coupé*

Le constructeur doit fournir les caractéristiques d'amplitude du courant coupé qui doivent être représentées, suivant l'exemple donné dans la figure 2 de la première partie, en utilisant un graphique à double échelle logarithmique ayant le courant présumé pour abscisse et, si nécessaire, la tension appliquée pour paramètre.

Les caractéristiques d'amplitude du courant coupé doivent représenter les valeurs les plus élevées du courant susceptibles de se présenter en service. Elles doivent se rapporter à des conditions correspondant aux conditions d'essai énoncées dans la présente recommandation, c'est-à-dire à des valeurs données de la tension, de la fréquence et du facteur de puissance. Les caractéristiques d'amplitude du courant coupé sont vérifiées au moyen des essais énoncés au paragraphe 8.6.

##### 5.8.2 *Caractéristiques $I^2t$*

###### 5.8.2.1 *Caractéristique $I^2t$ de préarc*

La caractéristique  $I^2t$  de préarc doit être basée sur un courant alternatif symétrique d'une fréquence donnée (fréquence nominale).

###### 5.8.2.2 *Caractéristiques $I^2t$ de fonctionnement*

Les caractéristiques  $I^2t$  de fonctionnement doivent être indiquées avec la tension appliquée pour paramètre et pour un facteur de puissance donné. En principe, elles doivent être basées sur le moment d'établissement du courant qui conduit à la valeur la plus élevée de  $I^2t$  de fonctionnement (voir paragraphe 8.7). Les paramètres de tension doivent inclure au moins 100 %, 50 % et 25 % de la tension nominale.

#### 5.9 *Caractéristiques de la tension de coupure*

Les caractéristiques de la tension de coupure fournies par le constructeur doivent indiquer la valeur la plus élevée (valeur de crête) de la tension de coupure en fonction de la tension appliquée du circuit dans lequel le coupe-circuit est inséré, et pour les valeurs du facteur de puissance spécifiées au tableau VIII C.

The manufacturer shall provide time/current characteristics based on an ambient temperature of 20 °C to 25 °C in accordance with the conditions specified in Sub-clause 8.3. The time/current characteristics of interest are the pre-arcing characteristic and operating characteristics having voltage as a parameter. The time/current characteristics are stated for rated frequency.

For some applications, and in particular for the higher values of prospective current (shorter times) the same information may be presented in the form of  $I^2t$  characteristics. It is recommended that in this region,  $I^2t$  characteristics shall be given as an alternative or in addition.

#### 5.6.1.1 *Pre-arcing time/current characteristic*

The pre-arcing time/current characteristic shall be based on a symmetrical a.c. current of a stated value of frequency (rated frequency).

*Note.* — This is of particular importance for the range of time between about 10 cycles of rated frequency and a time so short that the heating is truly adiabatic.

#### 5.6.1.2 *Operating time/current characteristics*

The operating time/current characteristics shall be given with applied voltage as a parameter and for a stated power factor value. In principle, they shall be based on the moment of current initiation that leads to the highest operating  $I^2t$  value (see Sub-clause 8.7). The voltage parameters shall include at least 100 %, 50 % and 25 % of rated voltage.

#### 5.6.3 *Overload curves for semiconductor fuse-links*

(Under consideration)

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

#### 5.8.1 *Cut-off characteristics*

The manufacturer shall provide the cut-off characteristics which shall be given according to the example shown in Figure 2 of Part 1 in a double logarithmic presentation with the prospective current as abscissa and if necessary with applied voltage as a parameter.

The cut-off characteristics shall represent the highest values of current likely to be experienced in service. They shall refer to the conditions corresponding to the test conditions of this recommendation, e.g. given voltage, frequency and power factor values. The cut-off characteristics are verified by the tests specified in Sub-clause 8.6.

#### 5.8.2 *$I^2t$ characteristics*

##### 5.8.2.1 *Pre-arcing $I^2t$ characteristic*

The pre-arcing  $I^2t$  characteristic shall be based on a symmetrical a.c. current at a stated frequency value (rated frequency).

##### 5.8.2.2 *Operating $I^2t$ characteristics*

The operating  $I^2t$  characteristics shall be given with applied voltage as a parameter and for a stated power factor value. In principle, they shall be based on that moment of current initiation that leads to the highest operating  $I^2t$  value (see Sub-clause 8.7). The voltage parameters shall include at least 100 %, 50 % and 25 % of rated voltage.

### 5.9 *Switching voltage characteristics*

Switching voltage characteristics provided by the manufacturer shall give the highest (peak) value of switching voltage as a function of the applied voltage of the circuit in which the fuse-link is inserted and for power factors as stated in Table VIII C.

## 6. Indications que doivent porter les coupe-circuit

### 6.2 Indications que doivent porter les éléments de remplacement

- Nom du constructeur ou marque de fabrique permettant de l'identifier facilement.
- Référence de catalogue ou désignation de type suffisamment détaillée pour permettre d'obtenir du constructeur toutes les informations nécessaires.

*Note.* — Il est d'usage courant d'indiquer en supplément la valeur de la tension nominale et la valeur du courant nominal.

## 7. Conditions normales d'établissement

### 7.3 Echauffement et puissance dissipée

Les éléments de remplacement doivent être conçus et dimensionnés de manière à pouvoir supporter, lorsqu'ils sont essayés conformément au paragraphe 8.3, le courant nominal sans dépasser:

- la limite d'échauffement de l'endroit le plus chaud de la partie métallique supérieure de l'élément de remplacement indiquée par le constructeur ou spécifiée autrement (voir figure A, page 28);
- la puissance dissipée au courant nominal indiqué par le constructeur.

### 7.4 Fonctionnement

#### 7.4.3 Élément de remplacement pour semiconducteurs

L'élément de remplacement doit être conçu et dimensionné de manière à pouvoir supporter d'une façon continue tout courant inférieur ou égal à son courant nominal (voir paragraphe 8.4.3.5).

L'élément de remplacement doit fonctionner et provoquer la coupure du circuit pour toute valeur du courant inférieure ou égale au pouvoir de coupure nominal qui subsiste pendant un temps suffisant pour faire fondre le ou les éléments fusibles, sans toutefois dépasser 30 s.

*Notes 1.* — D'un commun accord entre le constructeur et l'utilisateur, des temps plus courts peuvent être choisis pour des applications spéciales.

2. — Les éléments de remplacement pour semiconducteurs destinés à assurer une protection supplémentaire contre les surcharges doivent également satisfaire aux prescriptions correspondantes relatives aux coupe-circuit à usage général.

### 7.5 Pouvoir de coupure

Un élément de remplacement doit être capable de couper, sous une tension inférieure ou égale à la tension indiquée au paragraphe 8.5, tout circuit dont le courant présumé est compris entre le courant qui provoque la fusion du ou des éléments fusibles dans un temps correspondant au paragraphe 7.4.3 et le pouvoir de coupure nominal à un facteur de puissance égal ou supérieur aux valeurs données par le tableau VIII pour le courant présumé correspondant.

### 7.6 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé

Les valeurs d'amplitude du courant coupé mesurées conformément au paragraphe 8.6 ne doivent pas être supérieures aux valeurs indiquées par le constructeur (voir paragraphe 5.8.1).

### 7.7 Caractéristiques $I^2t$

Les valeurs  $I^2t$  de fonctionnement déterminées d'après le paragraphe 8.6 ne doivent pas être supérieures à celles indiquées par le constructeur. Les valeurs  $I^2t$  de préarc relevées selon le paragraphe 8.6 ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées (voir paragraphes 5.8.2.1 et 5.8.2.2).

### 7.12 Caractéristiques de la tension de coupure

Les valeurs de la tension de coupure, mesurées conformément au paragraphe 8.7.3, ne doivent pas être supérieures à celles indiquées par le constructeur (voir paragraphe 5.9).

### 7.13 Conditions de fonctionnement particulières

Des conditions de fonctionnement particulières, telles que des valeurs élevées de la force de gravitation, doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

## 6. Markings

### 6.2 *Markings on fuse-links*

- Name of the manufacturer or trade mark by which he may be readily identified.
- Catalogue number or type designation in sufficient detail to make it possible to obtain all relevant information from the manufacturer.

*Note.* — It is customary to indicate as an additional marking rated voltage and rated current.

## 7. Standard conditions for construction

### 7.3 *Temperature rise and power loss*

Fuse-links shall be so designed and proportioned as to carry, when tested in accordance with Sub-clause 8.3, the rated current without exceeding:

- the temperature-rise limit of the hottest upper metal part of the fuse-link indicated by the manufacturer or otherwise specified (see Figure A, page 28);
- the power loss at rated current indicated by the manufacturer.

### 7.4 *Operation*

#### 7.4.3 *Semiconductor fuse-links*

The fuse-link shall be so designed as to carry continuously any value of current up to its rated current (see Sub-clause 8.4.3.5).

The fuse-link shall operate and break the current for any current value not exceeding the rated breaking capacity which persists for a time sufficient to melt the fuse-element(s) but not exceeding 30 s.

*Notes 1.* — By agreement between manufacturer and user, shorter times may be chosen for special applications.

2. — Semiconductor fuse-links intended to give additional protection against overload shall also comply with the relevant requirements for general purpose fuse-links.

#### 7.5 *Breaking capacity*

A fuse-link shall be capable of breaking at a voltage not exceeding the voltage specified in Sub-clause 8.5 any circuit having a prospective current between the current which causes melting of the fuse-element(s) in a time corresponding to Sub-clause 7.4.3 and the rated breaking capacity at power factors not lower than those in Table VIII appropriate to the value of the prospective current.

#### 7.6 *Cut-off characteristics*

The values of cut-off currents measured as specified in Sub-clause 8.6 shall not exceed the values stated by the manufacturer (see Sub-clause 5.8.1).

#### 7.7 *$I^2t$ characteristics*

The values of operating  $I^2t$  determined as described in Sub-clause 8.6 shall not exceed those stated by the manufacturer. The values of pre-arcing  $I^2t$  determined as described in Sub-clause 8.6 shall be not less than the values stated (see Sub-clauses 5.8.2.1 and 5.8.2.2).

#### 7.12 *Switching voltage characteristics*

The switching voltage values, measured as described in Sub-clause 8.7.3, shall not exceed those stated by the manufacturer (see Sub-clause 5.9).

#### 7.13 *Special operating conditions*

Special operating conditions, such as high value of gravitational force, shall be subject to agreement between manufacturer and user.

## 8. Essais

### 8.1 Généralités

#### 8.1.4 Disposition de l'élément de remplacement

L'élément de remplacement doit être disposé à l'air libre en atmosphère tranquille et, sauf spécification contraire, en position verticale (voir paragraphe 8.3.1 et figure A, page 28).

#### 8.1.5 Essais des éléments de remplacement

##### 8.1.5.1 Essais de type

Les essais de type à effectuer sur les éléments de remplacement sont énumérés au tableau IVA. La résistance interne de tous les éléments de remplacement doit être déterminée et consignée dans le ou les rapports d'essais.

TABLEAU IVA

Liste des essais complets des éléments de remplacement pour semiconducteurs

Essai selon le paragraphe	Nombre d'éléments de remplacement à essayer
8.3 Echauffement et puissance dissipée	1
8.4.3.5 Vérification du courant nominal	1
8.5 N° 2a pouvoir de coupure <sup>1)</sup>	1
N° 2 pouvoir de coupure <sup>1)</sup>	3
N° 1 pouvoir de coupure <sup>1)</sup>	3
8.6 N° 10 caractéristiques de fonctionnement <sup>2)</sup>	2
N° 9 caractéristiques de fonctionnement <sup>2)</sup>	2
N° 8 caractéristiques de fonctionnement <sup>2)</sup>	2
N° 7 caractéristiques de fonctionnement <sup>2)</sup>	2
N° 6 caractéristiques de fonctionnement <sup>2)</sup>	2

<sup>1)</sup> S'applique également à la caractéristique de préarc si la température de l'air ambiant est comprise entre 20 °C et 25 °C.  
<sup>2)</sup> Les essais s'appliquent aux caractéristiques d'amplitude du courant coupé,  $I^2t$  et de préarc.

##### 8.1.5.2 Dispenses pour les éléments de remplacement de l'essai de type dans une série homogène

Pour les éléments de remplacement de valeurs nominales intermédiaires dans une série homogène, on peut se dispenser des essais de type si l'élément de remplacement ayant le courant nominal le plus élevé a été essayé selon les prescriptions du paragraphe 8.1.5.1 et que l'élément de remplacement ayant le courant nominal le plus faible a été soumis aux essais indiqués au tableau IVB.

Note. — Les conditions relatives aux séries homogènes d'éléments de remplacement pour semiconducteurs sont à l'étude.

TABLEAU IVB

Essais des éléments de remplacement pour semiconducteurs de courant nominal le plus faible dans une série homogène

Essai selon le paragraphe	Nombre d'éléments de remplacement à essayer
8.3 Echauffement et puissance dissipée	1
8.6.2 N° 6 Essais de vérification des caractéristiques de fonctionnement	2

8. Tests

8.1 General

8.1.4 Arrangement of the fuse-link

The fuse-link shall be mounted open in surroundings free from draughts and, unless otherwise specified, in a vertical position (see Sub-clause 8.3.1 and Figure A, page 28).

8.1.5 Testing of fuse-links

8.1.5.1 Type tests

The type tests on fuse-links are listed in Table IVA. The internal resistance of all fuse-links shall be determined and recorded in the test report(s).

TABLE IVA

*Survey of complete tests on semiconductor fuse-links*

Test according to sub-clause	Number of fuse-links to be tested
8.3 Temperature rise and power loss	1
8.4.3.5 Verification of rated current	1
8.5 No. 2a breaking capacity <sup>1)</sup>	1
No. 2 breaking capacity <sup>1)</sup>	3
No. 1 breaking capacity <sup>2)</sup>	3
8.6 No. 10 operating characteristic tests <sup>2)</sup>	2
No. 9 operating characteristic tests <sup>2)</sup>	2
No. 8 operating characteristic tests <sup>2)</sup>	2
No. 7 operating characteristic tests <sup>2)</sup>	2
No. 6 operating characteristic tests <sup>2)</sup>	2

<sup>1)</sup> Valid also for pre-arcing characteristics if ambient air temperature is between 20 °C and 25 °C.

<sup>2)</sup> The tests are valid for cut-off,  $I^2t$ , switching voltage and pre-arcing characteristics.

8.1.5.2 Type test exemptions for fuse-links of a homogeneous series

Fuse-links having intermediate values of rated current in a homogeneous series are exempted from type tests if the fuse-link of the largest rated current has been tested to the requirements of Sub-clause 8.1.5.1 and if the fuse-link of the smallest rated current has been submitted to the tests indicated in Table IVB.

Note. — The conditions of the homogeneous series for semiconductor fuse-links are still under consideration.

TABLE IVB

*Tests on semiconductor fuse-links of the smallest rated current of a homogeneous series*

Test according to sub-clause	Number of fuse-links to be tested
8.3 Temperature rise and power loss	1
8.6.2 No. 6 Operating characteristics tests	2

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

#### 8.3.1 *Disposition de l'élément de remplacement*

L'essai doit être effectué sur un seul élément de remplacement. L'élément de remplacement doit être monté verticalement dans la disposition d'essai conventionnelle indiquée sur la figure A, page 28.

La densité de courant des conducteurs en cuivre faisant partie du montage d'essai conventionnel ne doit pas être inférieure à 1 A/mm<sup>2</sup> ni supérieure à 1,6 A/mm<sup>2</sup>, ces valeurs étant basées sur le courant nominal de l'élément de remplacement. Le rapport entre la largeur et l'épaisseur de ces conducteurs ne doit pas être supérieur à

10 pour les courants nominaux inférieurs à 200 A;

5 pour les courants nominaux égaux ou supérieurs à 200 A.

La température de l'air ambiant pendant l'essai doit être comprise entre + 10 °C et + 30 °C.

Pour les essais d'échauffement, la section des conducteurs par lesquels la disposition d'essai conventionnelle est raccordée à l'alimentation est d'importance. La section doit être choisie en conformité avec le tableau VI de la première partie, non compris la note 1, et la longueur des conducteurs doit être au moins de 1 m.

Pour les éléments de remplacement destinés à être utilisés dans des socles séparés, l'essai peut être effectué avec l'élément de remplacement monté dans ces socles et les conducteurs reliés selon le tableau VI de la première partie; pour le reste, les conditions d'essai décrites dans les présentes règles s'appliquent.

Pour des éléments de remplacement spéciaux ou à usage spécial, qui ne se montent pas dans le montage d'essai conventionnel ou pour lesquels ce montage d'essai n'est pas applicable, des essais particuliers doivent être effectués suivant les instructions du constructeur; toutes les données correspondantes doivent être consignées dans le rapport d'essai.

#### 8.3.4 *Mode opératoire*

##### 8.3.4.1 et 8.3.4.2 *Echauffement et puissance dissipée*

L'essai de vérification de la puissance dissipée doit être effectué successivement au moins à 50 % et 100 % du courant nominal à la fréquence nominale. L'essai peut être effectué à une valeur quelconque de la tension.

##### 8.3.4.3 *Durée d'essai*

L'essai doit être prolongé pour chaque valeur de courant jusqu'à ce que le régime établi soit atteint, sans toutefois dépasser le temps conventionnel spécifié au tableau VII de la première partie.

##### 8.3.5 *Résultats à obtenir*

Les valeurs de l'échauffement et de la puissance dissipée de l'élément de remplacement ne doivent pas être supérieures aux valeurs spécifiées par le constructeur.

A la suite des essais, les caractéristiques de l'élément de remplacement ne doivent pas avoir subi de changement sensible.

*Note.* — La mesure de la résistance (voir paragraphe 8.1.5.1) avant et après l'essai permet de constater si l'élément de remplacement a satisfait ou non à ces règles.

### 8.4 *Vérification du fonctionnement*

#### 8.4.1 *Disposition de l'élément de remplacement*

La disposition de l'élément de remplacement pour la vérification du fonctionnement doit être celle décrite aux paragraphes 8.1.4 et 8.3.1.

##### 8.4.3.1 *Caractéristiques temps/courant*

Les caractéristiques temps/courant indiquées par le constructeur peuvent être vérifiées, s'il y a lieu, sur la base des résultats obtenus d'après les relevés oscillographiques effectués pendant l'exécution des essais selon les paragraphes 8.5, 8.6 et 8.7.

### 8.3 *Verification of temperature rise limits and power loss*

#### 8.3.1 *Arrangement of the fuse-link*

Only one fuse-link shall be used for the test. The fuse-link shall be mounted vertically in the conventional test arrangement shown in Figure A, page 28.

The current density of the copper conductors forming part of the conventional test arrangement shall be not less than 1 A/mm<sup>2</sup> and not more than 1.6 A/mm<sup>2</sup>, these values being based on the rated current of the fuse-link. The ratio of width to thickness of these conductors shall not exceed

10 for current ratings less than 200 A;

5 for current ratings 200 A and above.

The ambient air temperature during this test shall be between + 10 °C and + 30 °C.

When conducting the temperature rise tests, the cross-sectional areas of the conductors connecting the conventional test arrangement to the supply are of importance. The cross-sectional area shall be selected in accordance with Table VI of Part 1, excluding Note 1, and the conductors shall be at least 1 m long.

For fuse-links intended to be used in separate fuse-bases, the test may be performed in these fuse-bases with conductors according to Table VI of Part 1; in other cases, the test shall be performed in the manner described in these requirements.

For special fuse-links or special applications that cannot be accommodated in the conventional test arrangement, or for which this test arrangement is not applicable, special tests shall be performed according to the manufacturer's instructions and all pertinent data shall be recorded in the test report.

#### 8.3.4 *Test method*

##### 8.3.4.1 and 8.3.4.2 *Temperature rise and power loss*

The power loss test shall be made successively at least at 50 % and 100 % of rated current at rated frequency. It is permissible to make the test at any value of voltage.

##### 8.3.4.3 *Test duration*

The test shall be continued at each value of current until steady state is reached but without exceeding the conventional time specified in Table VII of Part 1.

#### 8.3.5 *Acceptability of test results*

The temperature rise and the power loss of the fuse-link shall not exceed the values specified by the manufacturer.

After the tests, the fuse-link shall not have significantly changed its characteristics.

*Note.* — A measurement of the resistance (see Sub-clause 8.1.5.1) before and after the test gives an indication of conformity with these requirements.

### 8.4 *Verification of operation*

#### 8.4.1 *Arrangement of fuse-link*

The arrangement of the fuse-link for the verification of operation shall be as described in Sub-clauses 8.1.4 and 8.3.1.

##### 8.4.3.1 *Time/current characteristics*

As far as applicable, the time/current characteristics given by the manufacturer may be verified on the basis of the results obtained from the oscillographic records taken during the performance of the tests, according to Sub-clauses 8.5, 8.6 and 8.7.

D'après les oscillogrammes, on détermine les durées réelles de préarc entre le moment de l'établissement du courant et le moment où la mesure de la tension fait apparaître la formation d'un arc, et on les exprime ensuite sous forme de durée virtuelle. La durée réelle de fonctionnement doit être déterminée entre le moment de l'établissement du courant et le moment où le courant est définitivement coupé; on l'exprime ensuite sous forme de durée virtuelle.

Pour des courants présumés conduisant à des durées de préarc inférieures à 10 périodes à la fréquence nominale et jusqu'aux valeurs de courant pour lesquelles la fusion est adiabatique, les courants doivent être établis de façon telle que le courant présumé soit symétrique.

Lorsque, pour les éléments de remplacement d'une série homogène (voir paragraphe 8.1.5.2), l'essai complet selon le paragraphe 8.5 n'est effectué que sur l'élément de remplacement dont le courant nominal est le plus élevé, on peut se contenter de vérifier uniquement la durée de préarc de l'élément de remplacement ayant le courant nominal le plus faible.

Les caractéristiques réelles temps/courant de préarc peuvent être vérifiées sous toute tension convenable et sur tout circuit linéaire. Les essais de vérification des caractéristiques temps/courant de fonctionnement exigent une valeur de tension et des caractéristiques de circuit appropriées.

#### 8.4.3.2 *Fonctionnement des indicateurs de fusion et des percuteurs éventuels*

Les caractéristiques et la vérification des caractéristiques d'indicateurs de fusion ou de percuteurs doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

#### 8.4.3.4 *Surcharge*

(A l'étude)

#### 8.4.3.5 *Vérification du courant nominal*

L'élément de remplacement est essayé dans les mêmes conditions d'essai que celles du paragraphe 8.3.1.

Il est soumis à 100 cycles d'essai comportant chacun une période d'« établissement » de 0,1 fois le temps conventionnel spécifié au tableau VII de la première partie au courant nominal et une période de « coupure » de même durée. A la suite de cet essai, les caractéristiques de l'élément de remplacement ne doivent pas avoir subi de changement (voir paragraphe 8.3.5).

*Note.* — La mesure de la résistance (voir paragraphe 8.1.5.1) avant et après l'essai permet de constater si l'élément de remplacement a satisfait ou non aux conditions d'essai.

### 8.5 *Vérification du pouvoir de coupure*

#### 8.5.1 *Disposition du coupe-circuit*

Outre les conditions des paragraphes 8.1.4 et 8.3.1, les prescriptions suivantes sont applicables:

Pour les essais du pouvoir de coupure, l'élément de remplacement doit être monté comme à l'usage, en particulier en ce qui concerne l'emplacement des conducteurs. Lorsque les éléments de remplacement sont destinés à être utilisés avec seulement une des extrémités fixée d'une manière rigide, il y a lieu de les monter de cette façon pour l'essai. Les éléments de remplacement dont les deux extrémités sont toujours fixées rigideusement pendant l'emploi doivent être essayés de cette façon.

#### 8.5.3 *Dispositifs de mesure*

Le paragraphe 8.5.3 de la première partie s'applique et est complété par la note suivante:

*Note.* — La mesure des caractéristiques  $I^2t$ , de la tension de coupure et de l'amplitude du courant coupé est très difficile et met en jeu des méthodes de mesure particulières.

#### 8.5.5 *Mode opératoire*

8.5.5.1 Pour vérifier que l'élément de remplacement satisfait aux conditions du paragraphe 7.5, les essais N° 1 à N° 2a décrits ci-après doivent être effectués, sauf indication contraire, avec les valeurs spécifiées dans le tableau VIII (voir paragraphe 8.5.2) pour chacun de ces essais.

From the relevant oscillograms, the values of the actual pre-arcing time shall be determined from the instant of closing the circuit until the instant when the voltage measurement shows the beginning of the arc and shall be expressed in the form of virtual time. The actual operating time shall be determined from the instant of closing the circuit until the circuit is definitely broken and shall be expressed in the form of virtual time.

For prospective currents leading to actual pre-arcing time values of less than 10 cycles of rated frequency and up to current values where the melting is adiabatic, the current shall be initiated in such a manner that the prospective current will be symmetrical.

When for the fuse-links of a homogeneous series (see Sub-clause 8.1.5.2) the complete test according to Sub-clause 8.5 is made only on the fuse-link having the largest rated current, it shall be sufficient to verify only the pre-arcing time for the fuse-link having the smallest rated current.

Pre-arcing time/current characteristics can be determined at any convenient voltage value and on any linear circuit. Tests to determine operating time/current characteristics require the proper voltage values and circuit characteristics.

#### 8.4.3.2 *Operation of indicating devices and strikers, if any*

The characteristics and verification of characteristics of indicating devices or strikers shall be subject to agreement between manufacturer and user.

#### 8.4.3.4 *Overload*

(Under consideration)

#### 8.4.3.5 *Verification of rated current*

The fuse-link is tested under the same test conditions as indicated in Sub-clause 8.3.1.

It is subjected to 100 test cycles, each consisting of an "on" period of 0.1 times the conventional time as specified in Table VII of Part 1 at rated current and an "off" period of the same duration. After this test, the fuse-link shall not have changed its characteristics (see Sub-clause 8.3.5).

*Note.* — A measurement of the resistance (see Sub-clause 8.1.5.1) before and after the test gives an indication of conformity with these test conditions.

### 8.5 *Verification of the breaking capacity*

#### 8.5.1 *Arrangement of the fuse*

In addition to the conditions of Sub-clauses 8.1.4 and 8.3.1, the following applies:

For breaking tests, the fuse-link shall be mounted in a manner resembling its practical use, in particular with respect to the location of the conductors. In cases where the fuse-link can be used rigidly supported at one end only, it shall be so mounted for the test. Fuse-links intended to be always rigidly supported at both ends shall be so tested.

#### 8.5.3 *Measuring instruments*

Sub-clause 8.5.3 of Part 1 applies and is completed by the following note:

*Note.* — The determination of  $I^2t$  characteristics, switching voltage and cut-off current is very critical and special measuring techniques are necessary.

#### 8.5.5 *Test method*

8.5.5.1 In order to verify that the fuse-link satisfies the conditions of Sub-clause 7.5, tests No. 1 to No. 2a as described below shall be made—unless otherwise specified—with the values stated in Table VIII (see Sub-clause 8.5.2) for each of these tests.

Essais N° 1 et N° 2

Pour chacun de ces essais, trois échantillons sont essayés successivement.

Si, lors de l'essai N° 1, les conditions prescrites pour l'essai N° 2 sont remplies pour un ou plusieurs essais, ces essais peuvent ne pas être répétés à l'occasion de l'essai N° 2.

Essai N° 2a

Les valeurs du courant d'essai sont indiquées dans le tableau VIII.

Pour cet essai, la fermeture du circuit par rapport au passage par zéro de la tension peut être effectuée à un moment quelconque.

TABLEAU VIII

Valeurs pour les essais de vérification du pouvoir de coupure

	Essais selon le paragraphe 8.5.5.1		
	N° 1	N° 2	N° 2a
Tension de rétablissement à fréquence industrielle **	110 % de la tension nominale $\begin{matrix} + 5 \% * \\ - 0 \% \end{matrix}$		
Courant présumé d'essai	$I_1$	$I_2$	$I_{2a}$
Tolérance sur le courant	$\begin{matrix} + 10 \% \\ - 0 \% \end{matrix}$	Sans objet	Sans objet
Facteur de puissance	Pour $I_1$ inférieur à 20 kA 0,2 à 0,3 Pour $I_1$ supérieur à 20 kA 0,1 à 0,2		0,3 à 0,5
Angle de fermeture après passage par zéro de la tension	Sans objet	$0 \begin{matrix} + 20^\circ \\ - 0^\circ \end{matrix}$	Non spécifié
Formation de l'arc après passage par zéro de la tension	65° à 90°	Sans objet	Sans objet
<p>* Sous réserve de l'accord du constructeur, la tolérance en plus peut être dépassée.</p> <p>** Dans le cas de circuits monophasés, la valeur efficace de la tension appliquée peut être considérée comme étant égale à la valeur efficace de la tension de rétablissement à fréquence industrielle.</p> <p><math>I_1</math> courant qui intervient dans l'expression du pouvoir de coupure nominal</p> <p><math>I_2</math> courant qui doit être choisi de façon telle 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 (valeur instantanée) le courant a atteint une valeur comprise entre <math>0,6\sqrt{2}</math> et <math>0,75\sqrt{2}</math> fois le courant présumé (valeur efficace de la composante alternative).</p> <p>A titre d'information pour l'application pratique, la valeur de courant <math>I_2</math> peut être trouvée entre trois et quatre fois le courant correspondant à la durée de préarc d'une demi-période de la fréquence nominale sur la caractéristique temps/courant.</p> <p><math>I_{2a}</math> courant qui conduit à une durée de préarc de 1 à 1,5 fois la valeur correspondant au paragraphe 7.4.3.</p>			

8.5.5.2 Pour l'un des essais N° 2 et pour l'essai N° 2a, la tension de rétablissement doit être maintenue à une valeur de  $100 \% \begin{matrix} + 15 \% \\ - 0 \% \end{matrix}$  de la tension nominale pendant au moins:

- 30 s après le fonctionnement pour les éléments de remplacement ne contenant pas de matière organique;
- 5 min après le fonctionnement dans tous les autres cas.

La commutation à une autre source d'alimentation est admise après 15 s, si la durée de commutation (intervalle hors tension) n'est pas supérieure à 0,1 s.

Pour tous les autres essais, la tension de rétablissement doit être maintenue à la même valeur pendant 15 s après le fonctionnement du coupe-circuit.

*Tests No. 1 and No. 2*

For each of these tests, three fuse-links shall be tested in succession.

If during test No. 1 the requirements of test No. 2 are met on one or more tests, then these tests need not be repeated as part of test No. 2.

*Test No. 2a*

The values of test current are specified in Table VIII.

For this test, the closing of the circuit in relation to the passage of the applied voltage through zero may be effected at any instant.

TABLE VIII  
*Values for breaking-capacity tests*

	Tests according to Sub-clause 8.5.5.1		
	No. 1	No. 2	No. 2a
Power frequency recovery voltage **	110 % of the rated voltage $\begin{matrix} + 5\% * \\ - 0\% \end{matrix}$		
Prospective test current	$I_1$	$I_2$	$I_{2a}$
Tolerance on current	$\begin{matrix} + 10\% \\ - 0\% \end{matrix}$	Not applicable	Not applicable
Power factor	Where $I_1$ is less than 20 kA 0.2 to 0.3 Where $I_1$ is greater than 20 kA 0.1 to 0.2		0.3 to 0.5
Making angle after voltage zero	Not applicable	$0 \pm 20^\circ_0$	Not specified
Initiation of arcing after voltage zero	65° to 90°	Not applicable	Not applicable
<p>* The positive tolerance may be exceeded with the manufacturer's consent.</p> <p>** For single-phase circuits, the r.m.s. value of the applied voltage is for all practical purposes equal to the r.m.s. value of the power frequency recovery voltage.</p> <p><math>I_1</math> current which is used in the designation of the rated breaking capacity</p> <p><math>I_2</math> current which shall be chosen in such a manner that the test is made at 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 (instantaneous value) has reached a value between <math>0.6\sqrt{2}</math> and <math>0.75\sqrt{2}</math> times the prospective current (r.m.s. value of the a.c. component).</p> <p>As a guide for practical application, the value of current <math>I_2</math> may be found between three and four times the current which corresponds to a pre-arcing time of one half-cycle of rated frequency on the time/current characteristic.</p> <p><math>I_{2a}</math> current which leads to a pre-arcing time of 1 to 1.5 times the value corresponding to Sub-clause 7.4.3.</p>			

8.5.5.2 For one of the tests No. 2 and for test No. 2a, the recovery voltage shall be maintained at a value of  $100\% \pm 15\%$  of the rated voltage for at least:

30 s after the operation for fuse-links not containing organic material;

5 min after the operation in all other cases.

Switching over to another source of supply is 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 the operation of the fuse.

### 8.5.8 Résultats à obtenir

Les éléments de remplacement sont considérés comme ne satisfaisant pas à la présente recommandation lorsque, pendant les essais, un ou plusieurs des défauts suivants se produisent :

- inflammation de l'élément de remplacement, à l'exclusion de tout repère en papier ou analogue servant d'indicateur de fusion;
- détérioration mécanique du montage d'essai conventionnel;
- détérioration mécanique de l'élément de remplacement;

*Note.* — Des fêlures dues aux contraintes thermiques, mais qui laissent intact l'élément de remplacement, sont admises.

- brûlures ou fusion des capsules;
- déplacement non négligeable des capsules.

## 8.6 Vérification des caractéristiques d'amplitude du courant coupé

### 8.6.1 Mode opératoire

Les essais doivent être effectués comme indiqué dans le tableau VIII C. Le montage d'essai, le circuit d'essai, les appareils de mesure, l'étalonnage du circuit d'essai et l'interprétation des oscillogrammes doivent être conformes à ceux utilisés pour les essais de vérification du pouvoir de coupure.

Les essais peuvent être utilisés pour vérifier les caractéristiques de tous les éléments de remplacement d'une série homogène.

Pour chacun des essais N<sup>os</sup> 6 à 10, deux éléments de remplacement dont les courants nominaux sont les plus élevés à l'intérieur d'une série homogène doivent être essayés. En outre, l'essai N<sup>o</sup> 6 doit être effectué sur deux éléments de remplacement dont les courants nominaux sont les plus faibles à l'intérieur d'une série homogène.

Si, lors de l'essai N<sup>o</sup> 6, les conditions de l'essai N<sup>o</sup> 7 sont remplies pour un ou plusieurs essais, l'essai N<sup>o</sup> 7 est considéré comme satisfait par ces essais.

### 8.6.2 Vérification des caractéristiques d'amplitude du courant coupé et résultats à obtenir

Les caractéristiques d'amplitude du courant coupé doivent être vérifiées à partir des essais N<sup>os</sup> 6, 7 et 8 et, pour les tensions moins élevées, à partir des essais N<sup>os</sup> 9 et 10. Les valeurs de crête du courant ne doivent pas dépasser celles indiquées par le constructeur pour la tension appliquée spécifiée.

## 8.7 Vérification des caractéristiques $I^2t$ et de la tension de coupure

### 8.7.1 Mode opératoire

Le mode opératoire est celui spécifié au paragraphe 8.6.1.

### 8.7.2 Vérification des caractéristiques $I^2t$ et résultats à obtenir

Les caractéristiques  $I^2t$  doivent être vérifiées conformément au tableau VIII C à partir des essais N<sup>os</sup> 6, 7 et 8 et, pour des tensions moins élevées, à partir des essais N<sup>os</sup> 9 et 10. Les valeurs de  $I^2t$  doivent être déterminées à partir des oscillogrammes correspondants.

Les valeurs de  $I^2t$  de préarc pour toute valeur du courant présumé ne doivent pas être inférieures à celles indiquées par le constructeur.

Les valeurs de  $I^2t$  de fonctionnement pour toute valeur du courant présumé ne doivent pas être supérieures à celles indiquées par le constructeur pour la tension appliquée spécifiée.

### 8.7.3 Vérification des caractéristiques de la tension de coupure et résultats à obtenir

Les caractéristiques de la tension de coupure doivent être vérifiées à partir de l'ensemble des essais indiqués dans les tableaux VIII et VIII C.

Les valeurs de crête de la tension de coupure déduites de chacun de ces essais ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées par le constructeur.

Si la tension de coupure obtenue lors de l'essai N<sup>o</sup> 7 est sensiblement supérieure à la tension de coupure obtenue lors de l'essai N<sup>o</sup> 6, d'autres essais doivent être effectués au courant  $I_2$  et à 50 % et 25 % de la tension nominale, afin de déterminer la valeur maximale de la tension de coupure à ces valeurs de tension nominale inférieure.

### 8.5.8 *Acceptability of test results*

Fuse-links shall be deemed not to comply with this recommendation if during the tests one or more of the following failures occur:

- ignition of the fuse-link excluding any paper labels or the like used as indicating devices;
- mechanical damage to the conventional test arrangement;
- mechanical damage to the fuse-link;

*Note.* — Thermal cracking which leaves the fuse-link in one piece is accepted.

- burning or melting through of end caps;
- significant movement of end caps.

### 8.6 *Verification of cut-off characteristics*

#### 8.6.1 *Test method*

Tests shall be made as specified in Table VIIC. The test arrangement, test circuit, measuring instruments, calibration of test circuit and interpretation of oscillograms shall be as for the breaking capacity tests.

These tests may be used to prove the characteristics of all fuse-links of a homogeneous series.

For each of these tests Nos. 6 to 10, two fuse-links of the maximum current rating of a homogeneous series shall be tested. In addition, test duty No. 6 shall be performed on two fuse-links of the minimum current rating of a homogeneous series.

If during test No. 6 the requirements of test No. 7 are met on one or more tests, then these tests are deemed to fulfil test No. 7.

#### 8.6.2 *Verification and acceptability of test results*

The cut-off characteristics shall be verified from tests Nos. 6, 7 and 8, and for lower voltages from tests Nos. 9 and 10. The values of peak current shall not exceed those indicated by the manufacturer for the stated applied voltages.

### 8.7 *Verification of the $I^2t$ characteristics and switching voltage characteristics*

#### 8.7.1 *Test method*

The test method is that specified in Sub-clause 8.6.1.

#### 8.7.2 *Verification of $I^2t$ characteristics and acceptability of test results*

The  $I^2t$  characteristics shall be verified from tests Nos. 6, 7 and 8 according to Table VIIC and for lower voltages from tests Nos. 9 and 10.  $I^2t$  values shall be determined from the appropriate oscillograms.

The values of the pre-arcing  $I^2t$  at each prospective current shall be not less than the values stated by the manufacturer.

The values of operating  $I^2t$  at each prospective current shall not exceed the values indicated by the manufacturer for the stated applied voltage.

#### 8.7.3 *Verification of switching voltage characteristics and acceptability of test results*

The switching voltage characteristics shall be verified from all tests in Tables VIII and VIIC.

The highest values of switching voltage derived from each of these tests shall not exceed those indicated by the manufacturer.

If on test No. 7 the switching voltage obtained is appreciably in excess of that obtained on test No. 6, further tests at the current  $I_2$  shall be performed at 50 % and 25 % of the rated voltage to determine the maximum switching voltage at these lower rated voltages.