

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 282-1

Deuxième édition — Second edition

1974

Coupe-circuit à fusibles haute tension

Première partie: Coupe-circuit limiteurs de courant

High-voltage fuses

Part 1: Current-limiting fuses



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 IEC 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 282-1

Deuxième édition — Second edition

1974

Coupe-circuit à fusibles haute tension

Première partie: Coupe-circuit limiteurs de courant

High-voltage fuses

Part 1: Current-limiting fuses



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 Varembé
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Conditions en service normal	6
SECTION DEUX – DÉFINITIONS	
3. Caractéristiques électriques	8
4. Coupe-circuit et leurs éléments constitutifs	14
5. Termes complémentaires	16
SECTION TROIS – CARACTÉRISTIQUES NOMINALES ET CONDITIONS NORMALES D'EMPLOI ET DE FONCTIONNEMENT	
6. Caractéristiques nominales	16
7. Conditions normales d'emploi et de fonctionnement	20
SECTION QUATRE – ESSAIS DE TYPE	
8. Conditions d'exécution des essais	24
9. Liste des essais de type	24
10. Règles d'essais communes à tous les essais de type	26
11. Essais diélectriques	26
12. Essais d'échauffement	30
13. Essais de coupure	32
14. Essais de vérification de la caractéristique temps/courant	50
15. Essais d'étanchéité à l'huile	52
16. Essais des percuteurs	54
SECTION CINQ – ESSAIS SPÉCIAUX	
17. Conditions d'exécution des essais	54
SECTION SIX – SPÉCIFICATIONS CONCERNANT LES COUPE-CIRCUIT LIMITEURS DE COURANT	
18. Liste des valeurs nominales et des caractéristiques	58
19. Indications à porter sur les plaques signalétiques	72
SECTION SEPT – GUIDE D'APPLICATION	
20. Objet	72
21. Généralités	72
22. Utilisation	72
23. Fonctionnement en service	76
ANNEXE A – Méthode de tracé de l'enveloppe de la tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit et détermination des paramètres représentatifs	78
ANNEXE B – Justification du choix des caractéristiques de TTR pour les suites d'essais 1, 2 et 3	80
FIGURES	86

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE – GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Conditions in normal service	7
SECTION TWO – DEFINITIONS	
3. Electrical characteristics	9
4. Fuses and their component parts	15
5. Additional terms	17
SECTION THREE – RATINGS AND STANDARD CONDITIONS OF USE AND BEHAVIOUR	
6. Ratings	17
7. Standard conditions of use and behaviour	21
SECTION FOUR – TYPE TESTS	
8. Conditions for making the tests	25
9. List of type tests	25
10. Common test practices for all type tests	27
11. Dielectric tests	27
12. Temperature-rise tests	31
13. Breaking tests	33
14. Tests for time/current characteristics	51
15. Oil-tightness tests	53
16. Test of strikers	55
SECTION FIVE – SPECIAL TESTS	
17. Conditions for making the tests	55
SECTION SIX – SPECIFICATIONS FOR CURRENT-LIMITING FUSES	
18. List of ratings and characteristics	59
19. Identifying markings	73
SECTION SEVEN – APPLICATION GUIDE	
20. Object	73
21. General	73
22. Application	73
23. Operation	77
APPENDIX A – Method of drawing the envelope of the prospective transient recovery voltage of a circuit and determining the representative parameters	79
APPENDIX B – Reasons which led to the choice of TRV values for test duties 1, 2 and 3	81
FIGURES	86

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COUPE-CIRCUIT À FUSIBLES HAUTE TENSION

Première partie: Coupe-circuit limiteurs de courant

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés 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 32A: Coupe-circuit à fusibles haute tension, du Comité d'Etudes N° 32 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles, et remplace la première édition de 1968.

Depuis 1968, sept documents complémentaires ont été discutés lors des réunions de Téhéran en 1969 et de Bruxelles en 1971 et ont fait l'objet de projets définitifs soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois aux dates suivantes:

- Essais de résistance aux variations brusques de température et essais de puissance dissipée, janvier 1971.
- Essais de coupure pour les éléments de remplacement d'une série homogène, janvier 1971.
- Caractéristiques de la TFR, juin 1972.
- Caractéristiques des percuteurs, juin 1972.
- Extension du principe de la série homogène à des éléments de remplacement de tensions nominales différentes, juin 1972.
- Limites de température et d'échauffement, juin 1972.
- Modifications rédactionnelles de la première édition, février 1971.

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

Afrique du Sud (République d')	France	Royaume-Uni
Allemagne	Israël	Suède
Australie	Italie	Suisse
Belgique	Japon ¹⁾	Turquie
Danemark	Pays-Bas ²⁾	Union des Républiques
Etats-Unis d'Amérique	Portugal	Socialistes Soviétiques ³⁾

Les pays suivants se sont explicitement prononcés en faveur de la publication de certains documents sans toutefois exprimer de vote négatif pour les autres:

Autriche, Corée (République démocratique populaire de), Iran, Pologne, Yougoslavie.

- ¹⁾ Sauf pour l'extension du principe de la série homogène à des éléments de remplacement de tension nominales différentes.
- ²⁾ Sauf pour les caractéristiques des percuteurs et l'extension du principe de la série homogène à des éléments de remplacement de tensions nominales différentes.
- ³⁾ Sauf pour l'essai de résistance aux variations brusques de température.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE FUSES
Part 1: Current-limiting fuses

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 recommendations 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 32A, High-voltage Fuses, of IEC Technical Committee No. 32, Fuses, and replaces the first edition of 1968.

Since 1968, seven additional documents were discussed at the Tehran meeting in 1969 and at the Brussels meeting in 1971, as a result of which final drafts were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule on the following dates:

- Thermal shock tests and power dissipation tests, January 1971.
- Breaking tests for fuse-links of homogeneous series, January 1971.
- TRV characteristics, June 1972.
- Strikers' characteristics, June 1972.
- Extension of the principle of homogeneous series to fuse-links of different rated voltages, June 1972.
- Limits of temperature and temperature rise, June 1972.
- Editorial modifications in the first edition, February 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Italy	Switzerland
Belgium	Japan ¹⁾	Turkey
Denmark	Netherlands ²⁾	Union of Soviet
France	Portugal	Socialist Republics ³⁾
Germany	South Africa (Republic of)	United Kingdom
Israel	Sweden	United States of America

The following countries voted explicitly in favour of some documents without voting against the others:

Austria, Iran, Korea (Democratic People's Republic of), Poland, Yugoslavia.

-
- ¹⁾ Except for the extension of the principle of homogeneous series to fuse-links of different rated voltages.
 - ²⁾ Except for the characteristics of strikers and for the extension of the principle of homogeneous series to fuse-links of different rated voltages.
 - ³⁾ Except for the thermal shocks tests.
-

COUPE-CIRCUIT À FUSIBLES HAUTE TENSION

Première partie: Coupe-circuit limiteurs de courant

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

Cette recommandation s'applique à tous les types de coupe-circuit à fusibles limiteurs de courant haute tension destinés à être utilisés à l'extérieur ou à l'intérieur sur des réseaux à courant alternatif 50 Hz et 60 Hz et dont les tensions nominales sont supérieures à 1 000 V.

Certains coupe-circuit sont équipés d'éléments de remplacement pourvus d'un dispositif indicateur ou d'un percuteur. Ces coupe-circuit doivent répondre à la présente recommandation, mais le fonctionnement correct du percuteur lié au dispositif d'ouverture d'un appareil mécanique de connexion est en dehors du domaine d'application de cette recommandation; voir la Publication 420 de la CEI: Combinés interrupteurs-fusibles et combinés disjoncteurs-fusibles à haute tension pour courant alternatif.

Note. – Cette recommandation concerne essentiellement les réseaux triphasés dont le neutre est mis à la terre. Dans le cas d'application sur des réseaux monophasés ou sur des réseaux triphasés à neutre isolé, voir section sept, paragraphe 22.4.

2. Conditions en service normal

Les coupe-circuit répondant à la présente recommandation sont destinés à être utilisés dans les conditions suivantes:

- a) La température maximale de l'air ambiant est de 40 °C et sa valeur moyenne mesurée sur une période de 24 h ne dépasse pas 35 °C.

La température minimale de l'air ambiant est de –25 °C.

Note. – Cela ne s'applique pas aux caractéristiques temps/courant des coupe-circuit qui sont sensiblement modifiées aux températures basses.

- b) L'altitude ne dépasse pas 1 000 m.

Notes 1. – Les tensions nominales et les niveaux d'isolement spécifiés dans cette recommandation s'appliquent aux coupe-circuit prévus pour une utilisation à des altitudes ne dépassant pas 1 000 m. Lorsque des coupe-circuit doivent être utilisés à des altitudes supérieures à 1 000 m, on adoptera l'une ou l'autre des méthodes suivantes:

- 1) Les tensions d'essai des parties isolantes dans l'air seront déterminées en multipliant les tensions d'essai normales données dans les tableaux VI et VII par le facteur de correction approprié indiqué dans la colonne 2 du tableau I.
- 2) Les coupe-circuit pourront être choisis d'une tension nominale qui, multipliée par le facteur de correction approprié donné dans la colonne 3 du tableau I, ne soit pas inférieure à la tension la plus élevée du réseau.

Pour les altitudes comprises entre 1 000 m et 1 500 m et entre 1 500 m et 3 000 m, les facteurs de correction peuvent être obtenus par interpolation linéaire entre les valeurs indiquées dans le tableau I.

TABLEAU I

Altitude maximale m (1)	Facteur de correction des tensions d'essai au niveau de la mer (2)	Facteur de correction des tensions nominales (3)
1 000	1,0	1,0
1 500	1,05	0,95
3 000	1,25	0,80

HIGH-VOLTAGE FUSES

Part 1: Current-limiting fuses

SECTION ONE – GENERAL

1. Scope

This recommendation applies to all types of high-voltage current-limiting fuses designed for use outdoors or indoors on alternating current systems of 50 Hz and 60 Hz and of rated voltages exceeding 1 000 V.

Some fuses are provided with fuse-links equipped with an indicating device or a striker. These fuses come within the scope of this recommendation, but the correct operation of the striker in combination with the tripping device of the switching device is outside the scope of this recommendation; see IEC Publication 420, High-voltage Alternating Current Fuse-switch Combinations and Fuse-circuit-breaker Combinations.

Note. – This recommendation refers primarily to three-phase systems with earthed neutral. For applications on single-phase systems or three-phase systems with unearthed neutral, see Section Seven, Sub-clause 22.4.

2. Conditions in normal service

Fuses complying with this recommendation are designed to be used under the following conditions:

- a) The maximum ambient air temperature is 40 °C and its mean measured over a period of 24 h does not exceed 35 °C.

The minimum ambient air temperature is –25 °C.

Note. – This does not apply to time/current characteristics of fuses which will be modified appreciably at the minimum temperatures.

- b) The altitude does not exceed 1 000 m (3 300 ft).

Notes 1. – The rated voltages and insulation levels specified in this recommendation apply to fuses intended for use at altitudes not exceeding 1 000 m (3 300 ft). When fuses are required for use at altitudes above 1 000 m (3 300 ft), one or other of the following procedures should be adopted:

- 1) The test voltages for insulating parts in air should be determined by multiplying the standard test voltages given in Tables VI and VII by the appropriate correction factor given in Column 2 of Table I.
- 2) The fuses may be selected with rated voltage which, when multiplied by the appropriate correction factor given in Column 3 of Table I, is not lower than the highest voltage of the system.

For altitudes between 1 000 m (3 300 ft) and 1 500 m (5 000 ft) and between 1 500 m (5 000 ft) and 3 000 m (10 000 ft), the correction factors can be obtained by linear interpolation between the values in Table I.

TABLE I

Maximum altitude m (ft) (1)	Correction factor for test voltages referred to sea level (2)	Correction factor for rated voltages (3)
1 000 (3 300)	1.0	1.0
1 500 (5 000)	1.05	0.95
3 000 (10 000)	1.25	0.80

2. – Le courant nominal ou l'échauffement spécifié dans cette recommandation peut être corrigé pour des altitudes supérieures à 1 000 m en utilisant les facteurs appropriés donnés dans le tableau II, respectivement dans les colonnes (2) et (3). Dans chaque cas, un seul des facteurs donnés dans les colonnes (2) et (3) doit être utilisé, mais non les deux.

Pour les altitudes comprises entre 1 000 m et 1 500 m et entre 1 500 m et 3 000 m, les facteurs de correction peuvent être obtenus par interpolation linéaire entre les valeurs indiquées dans le tableau II.

TABLEAU II

Altitude maximale m (1)	Facteur de correction pour le courant nominal (2)	Facteur de correction pour l'échauffement (3)
1 000	1,0	1,0
1 500	0,99	0,98
3 000	0,96	0,92

- c) L'air ambiant ne contient pas de façon excessive (ou anormale) de poussière, de fumées, de gaz corrosifs ou inflammables, de vapeurs ou de sel.
- d) Pour les installations à l'intérieur, il n'existe qu'une condensation normale.
- e) Pour les installations à l'extérieur, la pression due au vent ne dépasse pas 700 N/m².

Note – Si les coupe-circuit sont destinés à être utilisés dans des conditions différentes de celles mentionnées ci-dessus de a) à e), le constructeur doit être consulté.

SECTION DEUX – DÉFINITIONS

3. Caractéristiques électriques

3.1 Caractéristique nominale

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. – Exemples de valeurs nominales généralement indiquées pour des coupe-circuit: courant, tension, pouvoir de coupure.

3.2 Courant présumé (d'un circuit et relativement à un coupe-circuit)

Courant qui circulerait dans le circuit si chaque coupe-circuit était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable.

Note. – Voir aux paragraphes 13.2.1 et 13.2.2 la méthode pour évaluer et pour exprimer le courant présumé.

3.3 Valeur de crête du courant présumé du circuit

A l'étude.

3.4 Courant présumé coupé

Courant présumé évalué au temps correspondant à l'instant du début de l'arc dans un coupe-circuit au cours d'une coupure.

Les conventions relatives à l'instant du début de l'arc sont donnés au paragraphe 13.2.3.

2. – The rated current or the temperature rise specified in this recommendation can be corrected for altitudes exceeding 1 000 m (3 300 ft) by using appropriate factors given in Table II, Columns (2) and (3) respectively. Use one correction factor from Columns (2) or (3), but not both, for any one application.

For altitudes between 1 000 m (3 300 ft) and 1 500 m (5 000 ft) and between 1 500 m (5 000 ft) and 3 000 m (10 000 ft), the correction factors can be obtained by linear interpolation, between the values in Table II.

TABLE II

Maximum altitude m (ft) (1)	Correction factor for rated current (2)	Correction factor for temperature rise (3)
1 000 (3 300)	1.0	1.0
1 500 (5 000)	0.99	0.98
3 000 (10 000)	0.96	0.92

- c) The ambient air is not excessively (or abnormally) polluted by dust, smoke, corrosive or flammable gases, vapour or salt.
- d) For indoor installations, only normal condensation is present.
- e) For outdoor installations, the wind pressure does not exceed 700 N/m^2 (0.1 lb/in^2).

Note. – If the fuses are to be used under conditions different from those mentioned in a) to e) above, the manufacturer should be consulted.

SECTION TWO – DEFINITIONS

3. **Electrical characteristics**

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. – Examples of rated values usually stated for fuses: voltage, current, breaking current.

3.2 *Prospective current (of a circuit and with respect to a fuse)*

The current that would flow in the circuit, if the fuse were replaced by a conductor of negligible impedance.

Note. – For the method to evaluate and express the prospective current, see Sub-clauses 13.2.1 and 13.2.2.

3.3 *Prospective peak current of a circuit (with respect to a switching device situated therein)*

Under consideration.

3.4 *Prospective breaking current*

The prospective current evaluated at a time corresponding to the instant of the initiation of the arc in a fuse during a breaking operation.

Conventions relating to the instant of the initiation of the arc are given in Sub-clause 13.2.3.

3.5 *Courant coupé limité (d'un coupe-circuit)*

Valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure d'un coupe-circuit.

Note. – Cette notion est d'une importance particulière si le coupe-circuit fonctionne d'une telle manière que la valeur de crête du courant présumé du circuit n'est pas atteinte.

3.6 *Pouvoir de coupure*

Une valeur du courant présumé coupé qu'un coupe-circuit est capable d'interrompre sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

3.7 *Durée de préarc (durée de fusion)*

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.

3.8 *Durée d'arc*

Intervalle de temps entre l'instant d'apparition de l'arc et l'instant de l'extinction finale de l'arc.

3.9 *Durée de fonctionnement*

Somme de la durée de préarc et de la durée d'arc.

3.10 *Intégrale de Joule (I^2t)*

L'intégrale du carré du courant sur un intervalle de temps donné: $I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$.

Notes 1. – Du point de vue du circuit protégé par un coupe-circuit, la valeur de l'intégrale de Joule pour la durée de fonctionnement du coupe-circuit est à considérer en tant qu'énergie spécifique, c'est-à-dire l'énergie dissipée en chaleur dans une portion du circuit ayant une résistance de 1 Ω .

2. – Les valeurs de l'intégrale de Joule généralement indiquées pour les éléments de remplacement sont: intégrale de Joule de préarc et intégrale de Joule de fonctionnement appliquées respectivement à la durée de préarc et à la durée de fonctionnement.

3.11 *Durée virtuelle*

La valeur de l'intégrale de Joule divisée par le carré de la valeur du courant présumé.

Note. – Les valeurs des durées virtuelles généralement indiquées pour un élément de remplacement sont les valeurs des durées de préarc et de fonctionnement.

3.12 *Caractéristique temps/courant*

Courbe donnant, pour des conditions déterminées de fonctionnement, la durée virtuelle en fonction de la valeur efficace de la composante symétrique du courant présumé.

Note. – Les caractéristiques temps/courant généralement indiquées pour un élément de remplacement se rapportent à la durée de préarc et à la durée de fonctionnement.

3.13 *Caractéristique d'amplitude du courant coupé*

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

Note. – Dans le cas de courant alternatif, la valeur du courant coupé limité est la valeur maximale pouvant être atteinte quel que soit le degré d'asymétrie du courant présumé. Dans le cas de courant continu, la valeur du courant coupé limité est la valeur maximale atteinte.

3.5 *Cut-off current (of a fuse)*

The maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a fuse.

Note. – This concept is of particular importance when the fuse operates in such a manner that the prospective peak current of the circuit is not reached.

3.6 *Breaking capacity*

A value of prospective breaking current that a fuse is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

3.7 *Pre-arcing time (melting time)*

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

3.8 *Arcing time*

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

3.9 *Operating time (total clearing time)*

The sum of the pre-arcing time and the arcing time.

3.10 *Joule integral (I^2t)*

The integral of the square of the current over a given time interval: $Pt = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$.

Notes 1. – When considered from the point of view of the circuit protected by a fuse, the value of the Joule integral over the operating time of the fuse is referred to a specific energy, i.e. the energy released as heat in 1Ω of circuit resistance.

2. – The values of the Joule integral usually stated for fuse-links are: pre-arcing Joule integral and operating Joule integral extended over the pre-arcing time and the operating time respectively.

3.11 *Virtual time*

The value of the Joule integral divided by the square of the value of the prospective current.

Note. – The values of virtual times usually stated for a fuse-link are the values of pre-arcing time and of operating time.

3.12 *Time/current characteristics*

A curve giving the virtual time as a function of the r.m.s. value of the symmetrical component of the prospective current under stated conditions of operation.

Note. – Time/current characteristics usually stated for a fuse-link are referred to the pre-arcing time and the operating time.

3.13 *Cut-off characteristics*

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

Note. – In the case of a.c., the value of the cut-off current is the maximum value which can be reached for any degree of asymmetry of the prospective current. In the case of d.c., the value of the cut-off current is the maximum value reached.

3.14 *Tension de rétablissement*

Tension qui apparaît entre les bornes d'un pôle d'un coupe-circuit après l'interruption du courant.

Note. – Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel la tension de rétablissement à fréquence industrielle (paragraphe 3.14.2) existe seule.

3.14.1 *Tension transitoire de rétablissement (en abrégé TTR)*

Tension de rétablissement tant qu'elle comporte un caractère transitoire appréciable.

Notes 1. – La tension transitoire peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci, selon les caractéristiques du circuit et du coupe-circuit. Elle tient compte de la variation de tension du point neutre du circuit polyphasé.

2. – A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la tension transitoire de rétablissement pour les circuits triphasés est la tension entre les bornes du premier coupe-circuit qui coupe.

3.14.2 *Tension de rétablissement à fréquence industrielle (ou tension de rétablissement en régime établi)*

Tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension.

Note. – En courant continu, la tension de rétablissement en régime établi s'exprime par la valeur moyenne s'il y a des ondulations.

3.14.3 *Tension transitoire de rétablissement présumée*

Tension transitoire de rétablissement qui suit la coupure du courant présumé symétrique par un appareil de connexion idéal.

Note. – La définition implique que le coupe-circuit, dont la tension transitoire de rétablissement présumée est recherchée, est remplacé par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire dont l'impédance passe instantanément de la valeur zéro à la valeur infinie, à l'instant du zéro de courant (c'est-à-dire au zéro «naturel» de courant). Pour des circuits ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, on suppose, en outre, que la coupure du courant par l'appareil de connexion idéal n'a lieu que sur le pôle considéré.

3.15 *Facteur de puissance de coupure en court-circuit*

A l'étude.

3.16 *Tension de coupure*

Valeur maximale instantanée de tension qui apparaît aux bornes d'un coupe-circuit lors de son fonctionnement.

Note. – La tension de coupure peut être la tension d'arc ou peut se produire en même temps que la tension transitoire de rétablissement.

3.17 *Courant minimal de coupure*

Valeur minimale de courant présumé qu'un élément de remplacement est susceptible de couper sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

3.18 *Puissance dissipée (d'un élément de remplacement)*

Puissance dissipée dans un élément de remplacement traversé par un courant de valeur donnée dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

Note. – Les conditions prescrites d'emploi et de comportement comprennent généralement une valeur efficace constante de courant jusqu'à l'obtention de conditions stables de température.

3.14 *Recovery voltage*

The 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, followed by a second one during which the power-frequency recovery voltage (Sub-clause 3.14.2) alone exists.

3.14.1 *Transient recovery voltage (restriking voltage) (abbreviated TRV)*

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

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

2. – The transient recovery voltage in three-phase circuits is, unless otherwise stated, that across the first fuse to clear.

3.14.2 *Power-frequency recovery voltage (or steady state recovery voltage)*

The recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided.

Note. – In the case of d.c., the steady state recovery voltage is expressed by the mean value where ripple is present.

3.14.3 *Prospective transient recovery voltage (of a circuit)*

The transient recovery voltage following the breaking of a prospective current without any direct component by an ideal switching device.

Note. – The definition assumes that the fuse for which the prospective transient recovery voltage is sought, is replaced by an ideal switching device, i.e. having instantaneous transition from zero to infinite impedance at the very instant of zero current (i.e. at the “natural” current zero). For circuits where the current can follow several different paths, e.g. a polyphase circuit, the definition further assumes that the breaking of the current by the ideal switching device takes place only in the pole considered.

3.15 *Short-circuit breaking power-factor*

Under consideration

3.16 *Switching voltage*

The maximum instantaneous value of voltage which appears across the terminals of a fuse during its operation.

Note. – The switching voltage may be the peak arc voltage or may occur during the time of transient recovery voltage.

3.17 *Minimum breaking current*

A minimum value of prospective current that a fuse-link is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

3.18 *Power dissipation (of a fuse-link)*

The power released in a fuse-link carrying a stated value of current under prescribed conditions of use and behaviour.

Note – The prescribed conditions of use and behaviour usually include a constant r.m.s. value of current until steady temperature conditions are reached.

4. **Coupe-circuit et leurs éléments constitutifs**

4.1 *Coupe-circuit à fusibles (par abréviation: coupe-circuit)*

Appareil de connexion dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré et d'interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée. Le coupe-circuit comprend toutes les parties qui constituent l'appareil de connexion complet.

4.2 *Borne*

Partie conductrice d'un coupe-circuit prévue pour une 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.) mais aussi selon leur conception (borne à vis, borne à fiche, etc.).

4.3 *Socle*

Partie fixe d'un coupe-circuit munie de bornes destinées à être raccordées au circuit extérieur. Le socle comprend tous les éléments assurant l'isolement. (Voir figure 1, page 86)

4.4 *Contact du socle*

Partie conductrice d'un socle, connectée à une borne et destinée à être mise en contact avec un contact du porte-fusible ou avec un contact de l'élément de remplacement. (Voir figure 1.)

4.5 *Porte-fusible*

Partie mobile d'un coupe-circuit destinée à recevoir l'élément de remplacement. Le porte-fusible ne comprend pas l'élément de remplacement. (Voir figure 1.)

4.6 *Contact du porte-fusible*

Partie conductrice d'un porte-fusible en contact avec un contact de l'élément de remplacement et destinée à être mise en contact avec un contact du socle. (Voir figure 1.)

4.7 *Élément de remplacement*

Partie d'un coupe-circuit comprenant l'élément fusible dont il y a lieu d'effectuer le remplacement par un nouvel élément de remplacement après fonctionnement du coupe-circuit et avant que celui-ci soit remis en service. (Voir figure 1.)

4.8 *Contact de l'élément de remplacement*

Partie conductrice d'un élément de remplacement destinée à être mise en contact avec un contact du socle ou du porte-fusible. (Voir figure 1.)

4.9 *Élément fusible*

Partie d'un coupe-circuit destinée à fondre lors du fonctionnement de ce dernier. (Voir figure 1.)

4.10 *Dispositif indicateur*

Dispositif prévu pour indiquer à l'emplacement du coupe-circuit si celui-ci a fonctionné. (Voir figure 1.)

4. Fuses and their component parts

4.1 Fuse

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

4.2 Terminal

A conducting part of a fuse provided for an 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.), but also according to their design (e.g. screw terminal, plug terminal, etc.).

4.3 Fuse-base (fuse-mount)

The fixed part of a fuse provided with terminals for connection to the external circuit. The fuse-base comprises all the parts necessary for insulation. (See Figure 1, page 86.)

4.4 Fuse-base contact (fuse-mount contact)

A conducting part of a fuse-base, connected to a terminal and intended to engage with a fuse-carrier contact or with a fuse-link contact. (See Figure 1.)

4.5 Fuse-carrier

The movable part of a fuse designed to carry the fuse-link. The fuse-carrier does not include the fuse-link. (See Figure 1.)

4.6 Fuse-carrier contact

A conducting part of a fuse-carrier connected to a fuse-link contact and intended to engage with a fuse-base contact. (See Figure 1.)

4.7 Fuse-link (fuse-unit)

A part of a fuse including the fuse-element(s) which requires replacement by a new fuse-link after the fuse has operated and before the fuse is put back into service. (See Figure 1.)

4.8 Fuse-link contact

A conducting part of a fuse-link intended to engage with a fuse-base contact or with a fuse-carrier contact. (See Figure 1.)

4.9 Fuse-element

A part of a fuse designed to melt when the fuse operates. (See Figure 1.)

4.10 Indicating device (indicator)

A device which is provided to indicate at the fuse whether the fuse has operated. (See Figure 1.)

4.11 *Percuteur*

Dispositif mécanique faisant partie du coupe-circuit et qui agit au cours du fonctionnement du coupe-circuit en répondant à des conditions spécifiées concernant son effort et sa course. (Voir figure 1, page 86.)

Note. – Un percuteur peut être utilisé pour actionner un signal, comme dispositif indicateur et/ou pour déclencher un autre appareil.

5. **Termes complémentaires**

5.1 *Coupe-circuit d'usage général* A l'étude.

5.2 *Coupe-circuit associé* A l'étude.

5.3 *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.

5.4 *Distance de sectionnement (pour un coupe-circuit)*

La plus courte distance entre les contacts du socle ou toutes parties conductrices leur étant raccordées, mesurée sur un coupe-circuit dont l'élément de remplacement ou le porte-fusible n'est plus en place.

5.5 *Série homogène (d'éléments de remplacement)*

Une série d'éléments de remplacement 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'élément(s) de remplacement déterminé(s) de la série peut être considéré comme représentatif de tous les éléments de remplacement de la série. (Voir paragraphe 13.3.1.)

SECTION TROIS – CARACTÉRISTIQUES NOMINALES ET CONDITIONS NORMALES D'EMPLOI ET DE FONCTIONNEMENT

6. **Caractéristiques nominales**

6.1 *Tension nominale*

Tension qui sert à désigner le socle ou l'élément de remplacement et d'après laquelle sont déterminées les conditions d'essai.

Note. – Cette tension nominale est égale à la tension la plus élevée du matériel. (Voir section sept.)

6.2 *Courant nominal du socle*

Courant spécifié pour le socle, qu'un socle neuf et propre peut supporter d'une façon continue sans que les échauffements dépassent les valeurs spécifiées, lorsqu'il est équipé d'un élément de remplacement de même courant nominal destiné à être utilisé dans ce type de socle et raccordé au circuit au moyen de conducteurs ayant certaines dimensions et certaines longueurs spécifiées et pour une température de l'air ambiant ne dépassant pas 40 °C.

4.11 *Striker*

A mechanical device which is a part of a fuse and which operates during the fuse-operation satisfying specified requirements with respect to its force and travel. (See Figure 1, page 86.)

Note. – A striker may be used for the purpose of signalling, indicating and/or tripping other apparatus.

5. **Additional terms**

5.1 *General purpose fuse*

Under consideration.

5.2 *Back-up fuse*

Under consideration.

5.3 *Current-limiting fuse-link*

A 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.

5.4 *Isolating distance (for a fuse)*

The shortest distance between the fuse-base contacts or any conducting parts connected thereto, measured on a fuse with the fuse-link or fuse-carrier removed.

5.5 *Homogeneous series (of fuse-links)*

A series of fuse-links, deviating from each other only in such characteristics that, for a given test, the testing of one or a reduced number of particular fuse-link(s) of the series may be taken as representative of all the fuse-links of the series. (See Sub-clause 13.3.1.)

SECTION THREE – RATINGS AND STANDARD CONDITIONS OF USE AND BEHAVIOUR

6. **Ratings**

6.1 *Rated voltage*

A voltage used in the designation of the fuse-base or fuse-link, from which the test conditions are determined.

Note. – This rated voltage is equal to the highest voltage for the equipment. (See Section Seven.)

6.2 *Rated current of the fuse-base*

The current assigned to a fuse-base that a new clean fuse-base will carry continuously without exceeding specified temperature rises when equipped with a fuse-link of the same current-rating designed to be used in the particular fuse-base connected to the circuit with certain specified conductor sizes and lengths, at an ambient air temperature of not more than 40 °C.

6.3 *Courant nominal de l'élément de remplacement*

Courant spécifié pour l'élément de remplacement qu'un élément de remplacement neuf et propre peut supporter d'une façon continue sans que les échauffements dépassent les valeurs spécifiées, lorsqu'il est monté sur un socle spécifié par le constructeur, raccordé au circuit au moyen de conducteurs ayant certaines dimensions et certaines longueurs spécifiées et pour une température de l'air ambiant ne dépassant pas 40 °C. (Voir section sept.)

6.4 *Fréquence nominale*

Fréquence pour laquelle le coupe-circuit a été établi et à laquelle correspondent les autres caractéristiques.

6.5 *Pouvoir de coupure nominal*

Valeur du pouvoir de coupure spécifiée pour un coupe-circuit.

6.6 *Niveau d'isolement nominal (d'un socle)*

Valeurs de tension (aussi bien à fréquence industrielle qu'aux ondes de choc) qui caractérisent l'isolement du socle en ce qui concerne son aptitude à supporter les contraintes diélectriques.

6.7 *Tension transitoire de rétablissement nominale (TTR nominale)*

La tension transitoire de rétablissement nominale associée au pouvoir de coupure nominal (conformément au paragraphe 6.5) est la tension de référence qui constitue la limite supérieure de la tension transitoire de rétablissement présumée des circuits que le coupe-circuit doit pouvoir couper lors d'un court-circuit.

6.7.1 *Représentation de la TTR*

La forme d'onde des tensions transitoires de rétablissement est variable suivant la configuration des circuits réels.

Pour les coupe-circuit tombant dans le domaine d'application de cette recommandation, la tension transitoire de rétablissement a la forme d'une oscillation amortie à une seule fréquence ou une forme proche d'une telle oscillation. Cette forme d'onde est suffisamment bien décrite par une enveloppe constituée par deux segments de droite définis par deux paramètres (tracé de référence)*.

La capacité au lieu d'installation et du côté de l'alimentation du coupe-circuit réduit la vitesse d'accroissement de la tension pendant les quelques premières microsecondes de la TTR. On en tient compte par l'introduction d'un retard.

Cette représentation s'applique à la fois aux tensions transitoires de rétablissement nominales et aux autres tensions transitoires de rétablissement spécifiées qui sont représentées par des tracés de référence à deux paramètres associés à des segments de droite définissant un retard.

6.7.2 *Représentation des TTR nominales*

On utilise les paramètres suivants pour représenter les TTR nominales (voir figure 8, page 90.):

u_c = crête de tension de la TTR en kV

t_3 = temps mis pour atteindre la tension u_c en μ s

* Voir annexe A.

6.3 *Rated current of the fuse-link*

The current assigned to the fuse-link that a new clean fuse-link will carry continuously without exceeding specified temperature rises when mounted on a fuse-base specified by the manufacturer and connected to the circuit with certain specified conductor sizes and lengths, at an ambient air temperature of not more than 40°C. (See Section Seven.)

6.4 *Rated frequency*

The frequency for which the fuse has been designed and to which the values of the other characteristics correspond.

6.5 *Rated breaking current*

The value of breaking capacity specified for a fuse.

6.6 *Rated insulation level (of a fuse-base)*

The voltage values (both power-frequency and impulse) which characterize the insulation of the fuse-base with regard to its capability of withstanding the dielectric stresses.

6.7 *Rated transient recovery voltage (rated TRV)*

The rated transient recovery voltage related to the rated breaking current (in accordance with Sub-clause 6.5) is the reference voltage which constitutes the upper limit of the prospective transient recovery voltage of circuits which the fuse shall be capable of breaking in the event of a short-circuit.

6.7.1 *Representation of TRV*

The waveform of transient recovery voltage varies according to the arrangement of the actual circuits.

For fuses covered by the scope of this recommendation, the transient recovery voltage approximates to a damped single-frequency oscillation. This waveform is adequately described by an envelope consisting of two line segments defined by means of two parameters (reference line)*.

The influence of local capacitance on the source side of the fuse produces a slower rate-of-rise of the voltage during the first few microseconds of the TRV. This is taken into account by introducing a time delay.

This representation applies both to rated and to other specified transient recovery voltages which are represented by two parameter reference lines together with delay lines.

6.7.2 *Representation of rated TRV*

The following parameters are used for the representation of the rated TRV (see Figure 8, page 90):

u_c = TRV peak voltage in kV

t_3 = time in μ s to voltage u_c

* See Appendix A.

un segment de droite définissant le retard, partant du point situé sur l'axe des temps correspondant au retard nominal t_d et se développant parallèlement au premier segment de droite du tracé de référence de la TTR jusqu'à un point correspondant à une tension spécifiée u' (et à un temps t' associé).

6.7.3 Valeurs normales de la TTR nominale

Les valeurs normales de la TTR nominale sont spécifiées dans la section sept. Ces valeurs s'appliquent au pouvoir de coupure nominal d'un coupe-circuit.

7. Conditions normales d'emploi et de fonctionnement

7.1 Classes

Deux classes de coupe-circuit limiteurs de courant sont définies selon la zone dans laquelle ils peuvent être utilisés: les coupe-circuit associés et les coupe-circuit d'usage général.

7.1.1 Coupe-circuit d'usage général

Coupe-circuit limiteur de courant capable d'interrompre, dans des conditions d'emploi et de fonctionnement spécifiées, tous les courants compris entre le pouvoir de coupure nominal et le courant provoquant la fusion de l'élément fusible en 1 h.

7.1.2 Coupe-circuit associé

Coupe-circuit limiteur de courant capable d'interrompre, dans des conditions d'emploi et de fonctionnement spécifiées, tous les courants compris entre le pouvoir de coupure nominal et le courant minimal de coupure nominal.

Les coupe-circuit associés sont généralement associés avec un autre appareil tel qu'un interrupteur.

7.2 Caractéristiques de coupure

7.2.1 Généralités

Lorsque les coupe-circuit sont utilisés sur des réseaux dont la tension de service est inférieure à leur tension nominale, le pouvoir de coupure en kiloampères n'est pas inférieur au pouvoir de coupure nominal.

Les coupe-circuit limiteurs de courant ne doivent pas être utilisés sur des réseaux de tension inférieure à leur tension nominale sans prendre en considération la surtension produite par le coupe-circuit en cours de fonctionnement par rapport au niveau d'isolement.

Il n'a pas été spécifié d'essais dans la zone des courants plus petits que ceux spécifiés dans les essais de coupure indiqués dans la section quatre pour vérifier le fonctionnement du coupe-circuit en ce qui concerne son aptitude à supporter le courant de toutes les combinaisons possibles temps/courant, sans détérioration conduisant soit à un fonctionnement prématuré, soit à une défaillance. (Voir section sept.)

a delay line starting on the time axis at the rated time delay t_d running parallel to the first section of the reference line and terminating at a specified voltage u' (time co-ordinate t').

6.7.3 *Standard values of rated TRV*

Standard values of rated TRV are specified in Section Seven. These values apply to the rated breaking current of a fuse.

7. **Standard conditions of use and behaviour**

7.1 *Classes*

Two classes of current-limiting fuses are defined according to the range in which they can be used: back-up fuses and general-purpose fuses.

7.1.1 *General purpose fuse*

A current-limiting fuse capable of breaking, under specified conditions of use and behaviour, all currents from the rated breaking current down to the current that causes melting of the fuse-element in 1 h.

7.1.2 *Back-up fuse*

A current-limiting fuse capable of breaking, under specified conditions of use and behaviour, all currents from the rated breaking current down to the rated minimum breaking current.

Back-up fuses are generally associated with other apparatus such as a switch.

7.2 *Breaking characteristics*

7.2.1 *General*

When used in systems with service voltages less than the rated voltage of the fuse, the breaking capacity in kiloamperes is not less than the rated breaking current.

Current-limiting fuses should not be used in systems of voltages less than their rated voltage without regard to the switching-voltage produced by the fuse during operation in relation to the insulation level.

No tests have been specified to prove the performance of the fuse in the range of currents below that specified in the breaking tests in Section Four with respect to its capability to withstand the current of every possible time/current combination without deterioration leading to either premature operation or failure. (See Section Seven.)

7.2.2 Conditions normales d'utilisation en ce qui concerne le pouvoir de coupure

Les coupe-circuit doivent être capables d'interrompre correctement chaque valeur de courant présumé, indépendamment de la composante apériodique qu'il est possible d'obtenir à condition que:

- la composante périodique ne soit pas inférieure au courant minimal de coupure ni supérieure au pouvoir de coupure nominal;
- la tension de rétablissement à fréquence industrielle ne soit pas plus élevée que la valeur spécifiée dans le tableau IV (pour conditions particulières, voir paragraphe 22.4);
- la tension transitoire de rétablissement présumée soit comprise dans les limites correspondant aux essais spécifiés au paragraphe 13.1.2;
- la fréquence soit comprise entre 48 Hz et 62 Hz;
- le facteur de puissance ne soit pas inférieur à celui correspondant aux essais spécifiés dans le tableau IV;
- l'onde de TTR présumée, tout en traversant le segment de droite définissant le retard sans le recouper, ne doit pas se situer au-dessus du tracé de référence avec les paramètres spécifiés au paragraphe 13.1.2.

Note. – En ce qui concerne les caractéristiques de la TTR, la durée t est sans importance (sauf pour les coupe-circuit qui donnent des crêtes de tension d'arc élevées immédiatement après le début de l'arc; voir paragraphe 13.1.2.1).

7.2.3 Conditions normales de fonctionnement en ce qui concerne le pouvoir de coupure

Conformément aux conditions d'utilisation indiquées au paragraphe 7.2.2, le comportement du coupe-circuit doit être le suivant:

- a) Un élément de remplacement à remplissage pulvérulent ne doit pas émettre de flamme ni de poudre; cependant, il est admis qu'une faible émission de flamme puisse se produire à partir d'un percuteur ou d'un dispositif indicateur à condition que cela ne provoque pas d'amorçage ni de courant de fuite important à la masse.
- b) Après fonctionnement, les parties du coupe-circuit, sauf celles prévues pour être remplacées après chaque fonctionnement, doivent être dans leur état d'origine. Il doit être possible d'enlever l'élément de remplacement en une seule pièce.
Cependant, il est admis que les parties destinées à fixer l'élément fusible des coupe-circuit rechargeables puissent être légèrement endommagées pourvu qu'une telle détérioration ne puisse empêcher le remplacement de l'élément fusible fondu, diminuer le pouvoir de coupure du coupe-circuit, modifier ses caractéristiques de fonctionnement ou augmenter son échauffement en service normal.
- c) Lorsque les éléments de remplacement sont prévus avec des dispositifs indicateurs ou des percuteurs:
 - 1) les dispositifs indicateurs n'ont pas à répondre à des caractéristiques spécifiées et doivent fonctionner de façon visible et complète;
 - 2) les percuteurs doivent répondre aux caractéristiques spécifiées au paragraphe 18.12 et fonctionner complètement.
- d) Le fonctionnement ne doit pas provoquer de surtensions de fonctionnement supérieures aux valeurs spécifiées au paragraphe 18.8.
- e) Les valeurs des courants coupés limités correspondant à chaque valeur de courant présumé coupé ne doivent pas dépasser les valeurs correspondantes de la caractéristique d'amplitude du courant coupé limité données par le constructeur.
- f) Après fonctionnement, le coupe-circuit doit pouvoir supporter entre ses bornes la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

7.2.2 *Standard conditions of use with respect to breaking capacity*

Fuses shall be capable of breaking correctly any value of prospective current, irrespective of the possible d.c. component, provided that:

- the a.c. component is not lower than the minimum breaking current and not higher than the rated breaking current;
- the power-frequency recovery voltage is not higher than that specified in Table IV (for special conditions, see Sub-clause 22.4);
- the prospective transient recovery voltage is within the limits represented by the tests specified in Sub-clause 13.1.2;
- the frequency is between 48 Hz and 62 Hz;
- the power factor is not lower than that represented by the tests specified in Table IV;
- the prospective TRV wave, while passing through the delay line and not recrossing it, does not exceed the reference line with the parameters specified in Sub-clause 13.1.2.

Note. – As regards the prospective TRV characteristics, the time co-ordinate t_3 is not significant for the behaviour of fuses (except for those fuses, which cause high arc voltage peaks immediately after arc initiations; see Sub-clause 13.1.2).

7.2.3 *Standard conditions of behaviour with respect to breaking capacity*

According to the conditions of use indicated in Sub-clause 7.2.2, the behaviour of the fuse shall be as follows:

- a) A powder-filled fuse-link shall not emit flame or powder, although a minor emission of flame from a striker or indicating device is permissible, provided this does not cause breakdown or significant electrical leakage to earth.
- b) After the fuse has operated, the components of the fuse, apart from those intended to be replaced after each operation, shall be in the original state. It shall be possible to remove the fuse-link in one piece after operation. However, it is permissible for the components designed to secure the fuse-element in renewable fuses to be slightly damaged, if such damage is not likely to prevent the replacement of the melted fuse-element, to decrease the breaking capacity of the fuse, to modify its operating characteristics, or to increase its temperature rise in normal service.
- c) When fuse-links are provided with indicating devices or strikers:
 - 1) indicating devices need not comply with specific requirements, but shall visually and fully operate;
 - 2) strikers shall comply with the requirements specified in Sub-clause 18.12 and shall operate fully.
- d) Operation shall not generate switching-voltages higher than the values specified in Sub-clause 18.8.
- e) The values of cut-off current corresponding to each value of prospective breaking current shall not exceed the values corresponding to the cut-off characteristics given by the manufacturer.
- f) After operation, the fuse shall be capable of withstanding the power-frequency recovery voltage across its terminals.

7.3 *Caractéristiques temps/courant*

Les caractéristiques temps/courant des éléments de remplacement sont fixées comme suit: le courant est appliqué à un élément de remplacement neuf et sans charge préalable placé dans un socle spécifié par le constructeur, raccordé au circuit d'essai au moyen de conducteurs ayant les dimensions et les longueurs spécifiées au paragraphe 12.1.2.

Sauf spécification contraire, la caractéristique temps/courant s'entend pour une température de l'air ambiant de 20 °C.

SECTION QUATRE – ESSAIS DE TYPE

8. **Conditions d'exécution des essais**

Les essais de type sont des essais faits pour vérifier qu'un type ou un modèle particulier de coupe-circuit est conforme aux caractéristiques spécifiées et fonctionne de façon satisfaisante dans des conditions normales de fonctionnement ou dans des conditions spéciales spécifiées. Les essais de type sont exécutés sur des échantillons pour vérifier les caractéristiques spécifiées pour tous les coupe-circuit du même modèle.

Ces essais ne seront répétés que si la construction est modifiée de façon telle qu'elle puisse modifier également le bon fonctionnement.

Pour des facilités d'essais, et avec l'accord préalable du constructeur, les valeurs prescrites pour les essais, notamment les tolérances, peuvent être modifiées dans le sens qui accroît la sévérité des essais. Lorsqu'une tolérance n'est pas spécifiée, les essais de type doivent être effectués à des valeurs au moins aussi sévères que celles spécifiées; les limites supérieures sont soumises à l'agrément du constructeur.

Les essais spécifiés dans la présente recommandation sont, en principe, des essais de type, et les modalités de prélèvement pour les essais de réception ne sont pas données.

Si l'utilisateur désire effectuer des essais de réception, ces essais doivent être choisis parmi les essais de type, après accord entre constructeur et utilisateur.

Lorsque des essais sont effectués sur un coupe-circuit dont le rapport des essais de type a déjà été accepté, la responsabilité du constructeur est limitée aux valeurs spécifiées les moins sévères et non aux valeurs obtenues au cours des essais de type. Par exemple, bien que des essais puissent avoir été faits à 103% de la tension de rétablissement à fréquence industrielle spécifiée, le constructeur n'est cependant pas engagé pour des valeurs quelconques de fonctionnement au-delà de 100% de la tension de rétablissement à fréquence industrielle spécifiée.

9. **Liste des essais de type**

Les essais de type à effectuer après la mise au point d'un modèle, ou à la suite d'une modification affectant le bon fonctionnement sont les suivants:

- essais diélectriques;
- essais d'échauffement;
- essais de coupure;
- essais de vérification de la caractéristique temps/courant;
- essais d'étanchéité à l'huile (uniquement pour les coupe-circuit prévus pour être utilisés dans l'huile);
- essais des percuteurs.

Les résultats de tous les essais de type seront consignés dans des certificats d'essais de type contenant les indications nécessaires pour démontrer la conformité à cette publication.

7.3 *Time/current characteristics*

The time/current characteristics of fuse-links are based on applying current to a new and unloaded fuse-link in a fuse-base specified by the manufacturer and connected to the test-circuit with conductor sizes and lengths as specified in Sub-clause 12.1.2.

Unless otherwise specified, the time/current characteristics shall be deemed to apply at an ambient air temperature of 20 °C.

SECTION FOUR – TYPE TESTS

8. **Conditions for making the tests**

Type tests are made to check whether a type or particular design of fuse corresponds to the characteristics specified and functions satisfactorily under normal operating conditions or under special specified conditions. Type tests are made on samples to check the specified characteristics of all fuses of the same type.

These tests shall be repeated only if the construction is changed in a way which might modify the performance.

For convenience of testing, and with the previous consent of the manufacturer, the values prescribed for the tests, particularly the tolerances, can be so changed as to make the test conditions more severe. Where a tolerance is not specified, type tests shall be carried out at values not less severe than the specified values: the upper limits are subject to the consent of the manufacturer.

Tests specified in this recommendation are in principle type tests, and methods of sampling for acceptance tests are not given.

If the user wishes to make acceptance tests, these tests shall be selected from the type tests after agreement between manufacturer and user.

Where tests are made on a fuse whose report of type tests has already been accepted, the responsibility of the manufacturer to the user is limited to the least onerous of the specified values and not to the values obtained during the type tests. For example, although breaking tests may have been made at 103% of the specified power-frequency recovery voltage, nevertheless the manufacturer is not liable for any performance figures exceeding 100% of the specified power-frequency recovery voltage.

9. **List of type tests**

The type tests to be conducted upon completion of a design or following a change that affects the performance are the following:

- dielectric tests;
- temperature-rise tests;
- breaking tests;
- tests for time/current characteristics;
- oil-tightness tests (only for fuses intended to be used in oil);
- test of strikers.

The results of all type tests shall be recorded in type-test reports containing the data necessary to prove compliance with this publication.

10. Règles d'essais communes à tous les essais de type

Sauf spécification contraire, les paragraphes suivants concernent les dispositions communes à tous les essais.

10.1 *Etat de l'appareil en essai*

L'appareil doit être neuf, propre et en bon état.

10.2 *Montage des coupe-circuit*

Le coupe-circuit en essai doit être monté sur un châssis métallique rigide mis à la terre, dans la position d'utilisation en service normal.

Les connexions doivent être disposées de façon à ne pas réduire les distances d'isolement normales.

11. Essais diélectriques

11.1 *Règles d'essais*

Les règles d'essais diélectriques sont celles spécifiées à l'article 10 et les suivantes.

11.1.1 *Montage*

Pour les dispositions multipolaires de coupe-circuit, lorsque la distance entre pôles n'est pas fixée par construction, il est nécessaire, lors des essais, d'utiliser la distance minimale entre pôles spécifiée par le constructeur.

11.1.2 *Connexions électriques*

Les connexions électriques doivent être faites au moyen de conducteurs nus raccordés à chaque borne. Ces conducteurs seront disposés sans support, à partir des bornes du coupe-circuit et suivant un trajet sensiblement parallèle à l'élément de remplacement sur une distance au moins égale à la distance de sectionnement du coupe-circuit.

11.2 *Points d'application de la tension d'essai pour les essais aux ondes de choc et à fréquence industrielle*

La tension d'essai spécifiée dans les tableaux VI et VII pour le coupe-circuit en essai sera appliquée successivement entre les points suivants, une borne de sortie du générateur de choc et un point de la source à fréquence industrielle étant reliés à la terre.

a) Entre les bornes et toutes les parties métalliques susceptibles d'être mises à la terre:

- 1) le coupe-circuit étant équipé de son élément de remplacement et de son porte-fusible, complètement monté et prêt à être utilisé;
- 2) l'élément de remplacement étant enlevé.

Note. – Pour les dispositions multipolaires de coupe-circuit:

1. Entre toutes les parties sous tension de tous les pôles reliées ensemble et les parties métalliques susceptibles d'être mises à la terre.
2. Entre les bornes de chaque pôle et les parties métalliques susceptibles d'être mises à la terre, toutes les parties sous tension des autres pôles étant reliées aux parties métalliques susceptibles d'être mises à la terre.

b) Entre entrée et sortie: ces essais sont faits sur les socles seulement.

10. Common test practices for all type tests

The following shall be common test practices, unless otherwise specified.

10.1 Condition of device to be tested

The device shall be new, clean and in good condition.

10.2 Mounting of fuses

The fuse to be tested shall be mounted on a rigid earthed metal structure in the normal service position for which it is designed.

The connections shall be so positioned that the normal clearances are not reduced.

11. Dielectric tests

11.1 Test practices

Dielectric test practices shall be as specified in Clause 10 and as follows.

11.1.1 Mounting

For multi-pole arrangements of fuses, and when the distance between poles is not fixed by their construction, it is necessary, for test purposes, to provide the minimum distance between poles as specified by the manufacturer.

11.1.2 Electrical connections

Electrical connections shall be made by means of bare conductors connected to each terminal. These conductors shall project from the terminals of the fuse in substantially a straight line parallel to the fuse-link for an unsupported distance of at least the isolating distance of the fuse.

11.2 Application of test voltage for impulse and power-frequency tests

The test voltage specified in Tables VI and VII for the fuse under test shall be applied successively with one terminal of the output of the impulse generator and one point of the power-frequency source connected to earth.

a) Between the terminals and all earthable metal parts:

- 1) with the fuse including the fuse-link and its fuse-carrier completely assembled ready for service;
- 2) with the fuse-link removed.

Note. – For multi-pole arrangements of fuses:

1. Between all live parts of all poles connected together and the earthable metal parts.
2. Between the terminals of each pole and the earthable metal parts with all the live parts of the other poles connected to the earthable metal parts.

b) Between terminals: these tests are made on fuse-bases only.

Les parties métalliques susceptibles d'être mises à la terre doivent être reliées à la terre si des propriétés de sectionnement ne sont pas imposées au coupe-circuit. Si des propriétés de sectionnement sont imposées au coupe-circuit, les parties métalliques susceptibles d'être mises à la terre devront être soit isolées de la terre soit reliées au point milieu de la source.

Note. – Pour les dispositions multipolaires de coupe-circuit, les bornes d'un côté seront reliées ensemble, et les bornes du côté opposé seront également reliées entre elles.

11.3 *Conditions atmosphériques pendant l'essai*

L'essai doit être effectué dans des conditions atmosphériques aussi voisines que possible des conditions normales spécifiées dans la Publication 60-1 de la CEI: Techniques des essais à haute tension, Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais, paragraphe 10.2.

Les facteurs de correction pour la densité de l'air et l'humidité tels qu'indiqués dans la Publication 60-1 de la CEI, paragraphes 10.3 et 10.4, peuvent être utilisés pour les coupe-circuit jusqu'à plus ample information.

11.4 *Tensions d'essais*

Les tensions d'essais à utiliser pour les essais prescrits à l'article 11 doivent être conformes à celles indiquées dans la section six.

11.5 *Essais à sec aux ondes de choc*

Les coupe-circuit seront soumis à des essais à sec aux ondes de choc, avec des ondes 1,2/50, conformes à la Publication 60-2 de la CEI, Techniques des essais à haute tension, Deuxième partie: Modalités d'essais, section quatre.

Pendant chaque essai, on appliquera cinq chocs consécutifs à la tension indiquée aux tableaux VI et VII. Si aucun contournement ni aucune perforation ne se produit, l'appareil sera considéré comme ayant satisfait à l'essai. S'il se produit une perforation ou s'il se produit deux ou plusieurs contournements, l'appareil sera considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai. S'il se produit seulement un contournement, on appliquera dix chocs supplémentaires, et c'est seulement si aucun contournement ni aucune perforation ne se produit au cours de l'un quelconque de ces essais supplémentaires que l'appareil sera considéré comme ayant subi l'essai avec succès.

Le coupe-circuit doit être capable de satisfaire aux essais spécifiés avec des tensions de polarité positive et négative, mais lorsqu'il est évident qu'une polarité donnera la plus faible tension d'amorçage, il suffira d'effectuer l'essai uniquement avec cette polarité.

11.6 *Essais de tension de tenue à sec à fréquence industrielle*

Les coupe-circuit seront soumis pendant une minute à des essais de tension de tenue à sec à fréquence industrielle, conformément aux spécifications de la Publication 60-2 de la CEI, section trois.

Le circuit d'essai (transformateur muni d'un dispositif de réglage de la tension) doit avoir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A. Il est permis de mesurer la grandeur de ce courant à environ 1/10 de la tension spécifiée.

La tension d'essai spécifiée telle qu'indiquée dans les tableaux VI et VII sera maintenue pendant une minute. S'il se produit un contournement ou une perforation, le coupe-circuit sera considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai.

The earthable metal parts shall be connected to earth if isolating properties are not assigned to the fuses. If isolating properties are assigned to the fuse, earthable metal parts shall either be insulated from the earth or connected to the mid-point of the source.

Note. – For multi-pole arrangements of fuses, the terminals of one side shall be connected together and the terminals of the opposite side shall be connected together.

11.3 *Atmospheric conditions during test*

The test shall be made at atmospheric conditions as near as possible to the standard conditions specified in IEC Publication 60-1, High-voltage Test Techniques, Part 1: General Definitions and Test Requirements, Sub-clause 10.2.

The correction factors for density and for air humidity as given in IEC Publication 60-1, Sub-clauses 10.3 and 10.4, may be used for fuses pending further information.

11.4 *Test voltages*

The test voltages to be used for the tests prescribed in Clause 11 shall be in accordance with those given in Section Six.

11.5 *Impulse voltage dry tests*

Fuses shall be subjected to impulse voltage dry tests with 1.2/50 impulses in accordance with IEC Publication 60-2, High-voltage Test Techniques, Part 2: Test Procedures, Section Four.

During each test, five consecutive impulses at the voltage in accordance with Tables VI and VII shall be applied. If a flashover or puncture does not occur, the apparatus shall be considered to have passed the test. If puncture occurs, or if two or more flashovers take place, the apparatus shall be considered to have failed the test. If only one flashover occurs, ten additional impulses shall be applied and, only if flashover or puncture does not occur on any of these additional applications, the apparatus shall be considered to have passed the test successfully.

The fuse shall be capable of passing the specified tests with voltages of both positive and negative polarity, but where there is evidence as to which polarity will give the lower break-down voltage, it shall suffice to test with that polarity only.

11.6 *Power-frequency voltage dry tests*

Fuses shall be subjected to one-minute power-frequency voltage dry tests, as specified in IEC Publication 60-2, Section Three.

The test circuit (transformer with voltage regulating device) shall have a short-circuit current of at least 0.2 A. It is permissible to check the magnitude of the current at approximately one-tenth of the specified voltage.

The specified test voltage as given in Tables VI and VII shall be maintained for one minute. If flashover or puncture occurs, the fuse shall be considered to have failed the test.

11.7 Essais de tension de tenue sous pluie, à fréquence industrielle

Les coupe-circuit de type extérieur seront soumis à des essais de tension de tenue sous pluie à fréquence industrielle, dans les mêmes conditions que celles spécifiées au paragraphe 11.6, sauf en ce qui concerne la durée de l'essai qui sera de 1 min suivant la pratique européenne, et de 10 s suivant la pratique aux Etats-Unis et au Canada.

Pendant ces essais, les coupe-circuit seront soumis à une pluie artificielle faisant un angle de 45° avec la verticale, les modalités d'essais étant conformes à celles indiquées dans la Publication 60-1 de la CEI, paragraphe 8.2.

12. Essais d'échauffement

12.1 Règles d'essais

Les essais d'échauffement doivent être effectués sur un coupe-circuit conformément aux indications de l'article 10 et comme suit.

12.1.1 Echantillon d'essai

Le socle doit être tel que spécifié par le constructeur de l'élément de remplacement en essai.

L'élément de remplacement doit avoir le courant nominal maximal utilisable dans le socle.

12.1.2 Disposition de l'appareil

L'essai sera fait dans une salle fermée, pratiquement exempte de courants d'air, exception faite de ceux provoqués par l'échauffement du dispositif en essai.

Le coupe-circuit sera monté en respectant les instructions données par le constructeur, dans la position la plus défavorable et il sera raccordé au circuit d'essai par des conducteurs en cuivre nu de la façon suivante: chaque conducteur aura une longueur approximative de 1 m et sera monté dans un plan parallèle au plan de fixation du coupe-circuit, mais il pourra avoir une direction quelconque dans ce plan. Les sections des conducteurs sont données dans le tableau III.

TABLEAU III

Courant nominal du coupe-circuit A	Section des conducteurs en cuivre nu mm ²
Inférieur ou égal à 25	De 20 à 30
Supérieur à 25 et inférieur ou égal à 63	De 40 à 60
Supérieur à 63 et inférieur ou égal à 200	De 120 à 160
Supérieur à 200 et inférieur ou égal à 400	De 250 à 350

Note. – La section équivalente en MCM (milliers de mils circulaires) peut être obtenue en multipliant par 2 les nombres figurant dans la deuxième colonne ci-dessus.

Il n'y a pas lieu de prendre en considération les distances d'isolement normales.

Les essais seront faits au courant nominal de l'élément de remplacement et à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz. Chaque essai sera fait pendant une période suffisamment longue pour que l'échauffement atteigne une valeur constante (cette condition est considérée comme pratiquement réalisée lorsque la variation de température n'excède pas 1 deg C par heure).

11.7 Power-frequency voltage wet tests

Outdoor type fuses shall be subjected to power-frequency voltage wet tests under the same conditions as specified in Sub-clause 11.6, except for the duration which is 1 min according to European practice, and 10 s according to U.S.A. and Canada practice.

During these tests, the fuses shall be subjected to artificial rain at an angle of 45° to the vertical, the test procedure being in accordance with IEC Publication 60-1, Sub-clause 8.2.

12. Temperature-rise tests

12.1 Test practices

Temperature-rise tests shall be as specified in Clause 10 on one fuse and as follows.

12.1.1 Test sample

The fuse-base shall be as specified by the manufacturer of the fuse-link being tested.

The fuse-link shall be of the highest current-rating for use in the fuse-base.

12.1.2 Arrangement of the equipment

The test shall be made in a closed room substantially free from air currents, except those generated by heat from the device being tested.

The fuse shall be mounted in the most unfavourable position within the directions specified by the manufacturer and connected to the test circuit by bare copper conductors as follows: each conductor shall be approximately 1 m (3¼ ft) long, mounted in a plane parallel to the mounting surface of the fuse, but they may be in any direction in this plane. The sizes of the leads are given in Table III.

TABLE III

Current-rating of the fuse A	Size of bare copper conductors mm ²
Up to and including 25	From 20 to 30
Above 25 up to and including 63	From 40 to 60
Above 63 up to and including 200	From 120 to 160
Above 200 up to and including 400	From 250 to 350

Note. – The equivalent area in MCM (one thousand circular mils) can be obtained by multiplying the above numbers in the second column by 2.

Normal clearances need not be provided.

Tests shall be made with the rated current of the fuse-link and at a frequency between 48 Hz and 62 Hz. Each test shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value (for practical purposes, this condition is regarded as being obtained when the variation does not exceed 1 deg C per hour).

L'échauffement des différentes parties du coupe-circuit ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans la section six pour une température de l'air ambiant comprise entre 10°C et 40 °C pendant l'essai. Aucune correction ne sera appliquée aux valeurs de température de l'air ambiant comprises entre ces limites.

12.2 *Mesure de la température*

Toutes les précautions raisonnables doivent être prises pour réduire les variations et les erreurs dues à l'inertie thermique entre le coupe-circuit et les modifications de la température de l'air ambiant.

12.2.1 *Température des éléments du coupe-circuit*

La température des différentes parties pour lesquelles des limites sont spécifiées sera déterminée par des dispositifs tels que thermocouples, thermomètres ou éléments de contacts placés et fixés de façon à obtenir une bonne conduction de la chaleur au point accessible le plus chaud.

Les réservoirs des thermomètres seront convenablement protégés des refroidissements extérieurs. La surface protégée sera négligeable en comparaison de la surface de refroidissement de la partie sur laquelle le thermomètre est fixé.

12.2.2 *Température de l'air ambiant*

La température de l'air ambiant est la température moyenne de l'air environnant le coupe-circuit ou ses éléments. Elle doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen de thermocouples ou de thermomètres à une distance d'environ 1 m du coupe-circuit. Pour déterminer la température de l'air ambiant, il est permis d'utiliser soit un autre coupe-circuit de même construction que le coupe-circuit en essai, soit un réservoir d'huile, soit tout autre moyen adéquat.

13. **Essais de coupure**

13.1 *Règles d'essais*

Les règles d'essais de coupure seront celles spécifiées à l'article 10, et comme suit.

13.1.1 *Description des essais à effectuer*

Les essais doivent être faits conformément aux instructions données dans le tableau IV et doivent comprendre trois suites d'opérations:

Suite d'essais 1: Vérification du pouvoir de coupure nominal I_1 (voir notes 1, 3, 4 et 5).

Suite d'essais 2: Vérification du fonctionnement avec des courants présumés I_2 voisins de ceux donnant l'énergie d'arc maximale (voir notes 1 à 4).

Suite d'essais 3: Vérification du fonctionnement avec le courant I_3 : pour les coupe-circuit d'usage général, c'est le courant qui provoque la fusion en 1 h; pour les coupe-circuit associés, c'est le courant minimal de coupure (voir note 1).

Les essais de coupure n'ont pas à être effectués sur les éléments de remplacement correspondant à tous les courants nominaux d'une série homogène; voir le paragraphe 13.3 pour les conditions à remplir et les essais à effectuer.

The temperature rise of the various parts of the fuse shall not exceed the specified values in Section Six at an ambient air temperature not less than 10°C and not more than 40 °C during the test. No correction shall be applied to any ambient air temperature within this range.

12.2 *Measurement of temperature*

All reasonable precautions shall be taken to reduce the variations and the errors due to the time lag between the temperature of the fuse and the variations in the ambient air temperature.

12.2.1 *Temperature of fuse parts*

The temperature of the various parts for which limits are specified shall be determined by devices such as thermocouples, thermometers or contact elements located and secured to provide good heat conduction at the hottest accessible spot.

The bulbs of thermometers shall be suitably protected against cooling from the outside. The protected area shall be negligible compared with the cooling area of the part to which the thermometer is secured.

12.2.2 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature is the average temperature of the air surrounding the fuse or its elements. It shall be measured during the last quarter of the test period by means of thermocouples or thermometers at a distance of approximately 1 m (3¼ ft) from the fuse. It is permissible to use an additional fuse of the same construction as the fuse under test or an oil cup or any other suitable means for the determination of ambient air temperature.

13. **Breaking tests**

13.1 *Test practices*

Breaking test practices shall be as specified in Clause 10 and as follows.

13.1.1 *Description of tests to be made*

Tests shall be made according to the instructions given in Table IV and shall include three test duties:

Test duty 1: Verification of the rated breaking current I_1 (see Notes 1, 3, 4 and 5).

Test duty 2: Verification of operation with prospective currents I_2 near to those giving the maximum arc energy (see Notes 1 to 4).

Test duty 3: Verification of operation with the current I_3 ; for general purpose fuses, this is the current that causes melting in 1 h; for back-up fuses, it is the minimum breaking current (see Note 1).

It is not necessary to make breaking tests on fuse-links of all current-ratings of a homogeneous series; see Sub-clause 13.3 for the requirements to be met and tests to be made.

On peut également qualifier une série homogène sans essais de coupure, par interpolation entre les résultats d'essais relatifs à des séries homogènes de coupe-circuit de tensions nominales plus élevée et plus faible; voir le paragraphe 13.4 pour les conditions à remplir.

Notes 1. – Les valeurs de I_1 , I_2 et I_3 sont les valeurs efficaces de la composante périodique du courant.

2. – A titre indicatif, la valeur du courant I_2 satisfaisant à cette spécification peut être déterminée par l'une ou l'autre des méthodes suivantes:

a) A partir de l'équation suivante, si un essai avec un courant au moins égal à 150 fois le courant nominal a été fait au cours de la suite d'essais 1 avec un début de court-circuit en régime symétrique:

$$I_2 = i_1 \sqrt{\frac{i_1}{I_1}}$$

dans laquelle:

I_2 = courant présumé de la suite d'essais 2;

i_1 = valeur instantanée du courant à l'instant de fusion dans la suite d'essais 1;

I_1 = courant présumé de la suite d'essais 1.

b) En prenant trois à quatre fois le courant auquel correspond un temps de préarc d'une demi-période sur la caractéristique temps/courant (voir article 14 et paragraphe 18.9). S'il existe une caractéristique temps/courant pour des temps virtuels inférieurs à une demi-période, il est préférable d'utiliser le courant correspondant sur cette caractéristique temps/courant à un temps de 0,08 demi-période normale.

3. – Si lors de l'exécution des essais de la suite d'essais 2, toutes les conditions requises pour la suite d'essais 1 sont complètement remplies au cours d'un ou de plusieurs essais, ces essais n'ont pas besoin d'être répétés au cours de la suite d'essais 1.

4. – Si le courant présumé nécessaire pour satisfaire aux conditions requises pour la suite d'essais 2 est supérieur au pouvoir de coupure nominal, les suites d'essais 1 et 2 seront remplacées par six essais au pouvoir de coupure nominal avec des angles d'établissement répartis aussi régulièrement que possible et séparés l'un de l'autre d'environ 30°. (Les paramètres utilisés seront ceux de la suite d'essais 2 (voir tableau IV) sauf l'angle d'établissement et la valeur instantanée du courant au début de l'arc.)

5. – S'il est impossible d'obtenir un début d'arc au voisinage de 65° après le zéro de tension, même en établissant le courant avec l'angle le plus faible possible, l'essai spécifié avec un début d'arc compris entre 40° et 65° après le zéro de tension est remplacé par un essai supplémentaire (soit 3 au total) avec un début d'arc compris entre 65° et 90° après le zéro de tension.

13.1.2 Caractéristiques du circuit d'essai

Les essais de coupure seront faits en courant alternatif monophasé et sur des coupe-circuit unipolaires.

Les éléments du circuit utilisés pour ajuster le courant et le facteur de puissance seront en série les uns avec les autres et avec le coupe-circuit comme indiqué sur les figures 3 et 4, page 87. On ne devra pas utiliser de réactances susceptibles d'être saturées.

La fréquence du circuit d'essai sera comprise entre 45 Hz et 62 Hz.

Il est recommandé de ne pas avoir de distorsion de la tension de rétablissement à fréquence industrielle qui puisse être constatée lors de l'examen de l'oscillogramme. Lorsqu'une distorsion est inévitable, elle ne doit pas être assez importante pour nécessiter une tension aux bornes du circuit ouvert supérieure à 107% de la tension correspondant à la tension de rétablissement requise pour les suites d'essais 1 et 2 spécifiées au paragraphe 13.1.1.

Un oscillographe cathodique sera prévu pour mesurer les surtensions de fonctionnement pendant les suites d'essais 1 et 2. Un oscillographe cathodique, un éclateur à sphères ou un dispositif équivalent sera prévu pour mesurer les surtensions de fonctionnement au cours de la suite d'essais 3.

La protection contre les surtensions de fonctionnement utilisée dans le circuit d'essai sera réalisée de telle façon qu'aucun amorçage ne se produise pendant le fonctionnement normal du coupe-circuit, étant donné qu'une dérivation à travers un tel dispositif de protection pourrait réduire les contraintes sur le coupe-circuit.

Also an homogeneous series can be approved without breaking tests by interpolation between the results of tests of related homogeneous series of fuses of higher and lower rated voltages; see Sub-clause 13.4 for the requirements to be met.

Notes 1. – Values of I_1 , I_2 and I_3 are the r.m.s. values of the a.c. component of the current.

2. – As a guide, the value of the current I_2 to comply with this requirement may be determined by one or other of the following methods:

a) From the following equation, if one test at a current 150 times the current rating or higher has been made under symmetrical fault initiation in test duty 1.

$$I_2 = i_1 \sqrt{\frac{i_1}{I_1}}$$

where:

I_2 = prospective current for test duty 2;

i_1 = instantaneous current at instant of melting in test duty 1;

I_1 = prospective current in test duty 1.

b) By taking between three and four times the current which corresponds to a pre-arcing time of one half-cycle on the time/current characteristic (see Clause 14 and Sub-clause 18.9). If a time/current characteristic curve exists for virtual times less than one half-cycle, it is preferable to use the current corresponding on this time/current characteristic to a time of 0.08 normal half-cycles.

3. – If in making tests in accordance with test duty 2, the requirements of test duty 1 are completely met on one or more tests, then these tests need not to be repeated as part of test duty 1.

4. – If the prospective current necessary to comply with the requirements of test duty 2 is greater than the rated breaking current, test duties 1 and 2 shall be replaced by six tests at rated breaking current with making angles as nearly as possible equally distributed with approximately 30° between each. (Parameters of test duty 2 (see Table IV) except making angle and value of instantaneous current at initiation of arcing.)

5. – If it is impossible, even by making at the earliest permissible angle, to initiate arcing as early as 65° after voltage zero, the requirement of one test with the initiation of arcing from 40° to 65° after voltage zero is replaced by an additional test (making a total of three) with initiation of arcing from 65° to 90° after voltage zero.

13.1.2 Characteristics of the test circuit

The breaking tests shall be made with single-phase alternating current and with single fuses.

The circuit elements used to control the current and power factor shall be on series relationship with each other and with the fuse, as shown in Figures 3 and 4, page 87. No reactors shall be used that are subject to saturation.

The test circuit frequency shall be between 45 Hz and 62 Hz.

It is recommended that there shall be no distortion of the power-frequency recovery voltage that can readily be seen by inspection of the oscillogram. Where some distortion is unavoidable, it shall not be such as to necessitate the open circuit voltage to be more than 107% of the voltage corresponding to the required recovery voltage on test duties 1 and 2, as specified in Sub-clause 13.1.1.

A cathode-ray oscillograph shall be provided for switching-voltage measurement during test duties 1 and 2. A cathode-ray oscillograph, a sphere-gap or a device of equivalent response shall be provided for switching-voltage measurement during test duty 3.

Switching-voltage protective equipment used in the test circuit shall be such that no sparkover occurs during the normal interrupting operation of the fuse, since a parallel path through protective equipment may reduce the duty on the fuse.

L'onde de la tension transitoire de rétablissement présumée du circuit d'essai doit être conforme aux deux exigences suivantes:

Exigence a): son enveloppe ne doit jamais être située en dessous du tracé de référence spécifié.

Note. – Il est précisé que l'accord du constructeur est nécessaire pour fixer de combien l'enveloppe peut dépasser le tracé de référence spécifié (voir le troisième paragraphe de l'article 8).

Exigence b): sa partie initiale ne doit pas traverser le segment de droite spécifié définissant le retard (éventuellement).

La figure 9, page 90, illustre ces exigences.

Les valeurs normales des tracés de référence et des segments de droite définissant le retard spécifiées pour les diverses suites d'essais sont les suivantes.

13.1.2.1 Suite d'essais 1

En principe, les essais sont à effectuer avec les valeurs normales de la TTR spécifiées au paragraphe 18.11. Cependant, comme indiqué dans l'annexe B, les coupe-circuit limiteurs de courant ne sont pas sensibles aux caractéristiques de la TTR sauf lorsqu'on atteint une tension d'arc très élevée immédiatement après le début de l'arc. En conséquence, et pour des facilités d'essais, on peut effectuer les essais comme suit:

Un premier essai sera effectué avec une TTR présumée pratique quelconque et avec un début d'arc compris entre 65° et 90° après le zéro de tension. Si, au cours de cet essai, la tension d'arc n'atteint pas sa crête la plus élevée dans un temps inférieur ou égal à $2 t_3$ après le début de l'arc, cet essai est valable et la suite d'essais 1 sera achevée avec le même circuit. Sinon, le circuit devra être modifié pour présenter une TTR dont l'enveloppe ne sera à aucun instant au-dessous du tracé de référence spécifié au paragraphe 18.11 et dont la partie initiale ne traversera pas le segment de droite définissant le retard spécifié. Tous les essais de la suite d'essais 1 seront faits sur ce nouveau circuit.

13.1.2.2 Suite d'essais 2

Les essais doivent être effectués avec les valeurs de TTR présumée spécifiées dans les tableaux IIIA et IIIB (voir annexe B).

L'onde de la TTR présumée du circuit d'essai doit être conforme aux spécifications suivantes:

- a) sa valeur maximale de crête ne devra pas être inférieure au paramètre u_c spécifié;
- b) le segment ascendant de son enveloppe devra être compris entre les deux lignes spécifiées par la tolérance de t_3 .

Note. – Le segment de droite définissant le retard n'est pas spécifié étant donné que la partie initiale de la TTR est sans importance pour le comportement du coupe-circuit (voir annexe B).

The prospective transient recovery voltage wave of the test circuit shall comply with the following two requirements:

Requirement a): its envelope shall at no time be below the specified reference line.

Note. – It is stressed that the extent by which the envelope may exceed the specified reference line requires the consent of the manufacturer (see the third paragraph of Clause 8).

Requirement b): its initial portion shall not cross the specified delay line (if any).

These requirements are illustrated in Figure 9, page 90.

Standard values of reference and delay lines specified for the various test duties are as follows.

13.1.2.1 Test duty 1

In principle, the tests are to be made with the standardized values of TRV specified in Sub-clause 18.11. However, as stated in Appendix B, current-limiting fuses are not sensitive to TRV characteristics, except when the highest arc voltage is reached immediately after initiation of the arc. Consequently, for convenience of testing, the tests may be made as follows:

A first test will be made with any convenient prospective TRV and with initiation of arcing from 65° to 90° after voltage zero. If during this test, the highest peak of arc voltage is not reached within a time equal to $2 t_3$ after initiation of arcing, this test is valid and the test duty 1 will be completed in the same circuit. Otherwise, the circuit shall be changed to provide a TRV with an envelope being at no time below the reference line specified in Sub-clause 18.11 and an initial portion not crossing the specified delay line. All the tests of test duty 1 shall be made in this new circuit.

13.1.2.2 Test duty 2

Tests shall be made with the values of prospective TRV specified in Tables IIIA and IIIB (see Appendix B).

The prospective TRV wave of the test circuit shall comply with the following requirements:

- a) its highest peak shall be not smaller than the parameter u_c specified;
- b) the rising segment of its envelope shall be between the two lines specified by the tolerance of t_3 .

Note. – A delay line is not specified, because the initial portion of the TRV wave is of no importance for the behaviour of the fuse (see Appendix B).

TABEAU IIIA

Tension nominale	Paramètres de base		Vitesse d'accroissement
	Valeur de crête de la tension	Temps	
U_r	u_c	t_3	u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/μs
3,6	6,6	120–160	0,055–0,041
7,2	13,2	156–208	0,084–0,063
12	22	180–240	0,122–0,091
17,5	32	216–288	0,148–0,111
24	44	264–352	0,167–0,125
36	66	324–432	0,203–0,152
40,5	74	345–460	0,214–0,160
52	96	396–528	0,242–0,181
72,5	133	504–672	0,266–0,199

$$u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U_r$$

TABEAU IIIB

Tension nominale	Paramètres de base		Vitesse d'accroissement
	Valeur de crête de la tension	Temps	
U_r	u_c	t_3	u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/μs
2,75	5	111–148	0,045–0,033
5,5	10	138–184	0,072–0,054
8,25	15,4	162–216	0,095–0,071
15	27,5	198–264	0,138–0,104
15,5	28,4	201–268	0,141–0,106
25,8	47	273–364	0,172–0,129
38	69,5	333–444	0,208–0,156
48,3	89	381–508	0,233–0,175
72,5	133	504–672	0,265–0,199

$$u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U_r$$

Note. – Il peut être difficile d'obtenir les valeurs de temps spécifiées notamment pour des coupe-circuit dont le courant d'essai I_2 est faible. Dans de tels cas, et après accord du constructeur, des valeurs plus grandes de t_3 sont admises et devront être précisées dans le rapport d'essai.

13.1.2.3 Suite d'essais 3

Les caractéristiques de la TTR ne sont pas spécifiées; la réactance du circuit (qui peut être la réactance du transformateur ou la réactance de l'ensemble transformateur-réactance(s)) sera shuntée par une résistance de valeur sensiblement égale à 40 fois la valeur de la réactance. Toutefois, si cette valeur ne donne pas au moins l'amortissement critique, elle devra être diminuée de façon à obtenir cet amortissement critique (voir annexe B).

TABLE IIIA

Rated voltage	Basic parameters		Rate of rise
	Peak voltage	Time co-ordinate	
U_r	u_c	t_3	u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/ μs
3.6	6.6	120–160	0.055–0.041
7.2	13.2	156–208	0.084–0.063
12	22	180–240	0.122–0.091
17.5	32	216–288	0.148–0.111
24	44	264–352	0.167–0.125
36	66	324–432	0.203–0.152
40.5	74	345–460	0.214–0.160
52	96	396–528	0.242–0.181
72.5	133	504–672	0.265–0.199

$$u_c = 1.5 \times 1.5 \times \sqrt{2/3} U_r$$

TABLE IIIB

Rated voltage	Basic parameters		Rate of rise
	Peak voltage	Time co-ordinate	
U_r	u_c	t_3	u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/ μs
2.75	5	111–148	0.045–0.033
5.5	10	138–184	0.072–0.054
8.25	15.4	162–216	0.095–0.071
15	27.5	198–264	0.138–0.104
15.5	28.4	201–268	0.141–0.106
25.8	47	273–364	0.172–0.129
38	69.5	333–444	0.208–0.156
48.3	89	381–508	0.233–0.175
72.5	133	504–672	0.265–0.199

$$u_c = 1.5 \times 1.5 \times \sqrt{2/3} U_r$$

Note. – Especially for fuses where the test current I_2 is small, it may be difficult to achieve the values of time co-ordinate specified. In such cases, and subject to agreement by the manufacturer, greater values of t_3 are acceptable and shall be stated in the test report.

13.1.2.3 Test duty 3

TRV characteristics are not specified; the reactance of the circuit (which may be the reactance of the transformer or the reactance of the transformer and reactor(s)) shall be shunted by a resistance with a value equal to approximately 40 times the value of the reactance. However, if this value does not result in at least critical damping, the resistance shall be lower to achieve critical damping (see Appendix B).

L'amortissement critique est obtenu quand

$$R = 1/2 \frac{f_o}{f_N} X$$

où:

f_o = fréquence propre du circuit sans amortissement complémentaire

f_N = fréquence industrielle

X = réactance du circuit à fréquence industrielle

13.1.3 *Echantillons*

L'élément de remplacement doit être essayé sur un socle tel que spécifié par le constructeur de l'élément de remplacement.

Lors de l'exécution des essais des coupe-circuit rechargeables, on devra utiliser des éléments de remplacement ou des recharges de même construction que le coupe-circuit ou recommandés par le constructeur du coupe-circuit.

13.1.4 *Disposition de l'appareil*

Pour les suites d'essais 1 et 2, la disposition des conducteurs doit être telle qu'indiquée figure 2, page 86, afin de reproduire les efforts électro-dynamiques qui peuvent se produire en service. Pour empêcher tout mouvement des conducteurs de provoquer des efforts mécaniques sur le socle, les conducteurs seront soigneusement maintenus à une distance égale à la hauteur du support isolant si cette hauteur dépasse 0,50 m ou à 0,50 m si la hauteur de l'isolateur est inférieure ou égale à 0,50 m.

Notes 1. – Le coupe-circuit sera essayé en position verticale à moins qu'il ne soit reconnu que la position horizontale est plus sévère, auquel cas le coupe-circuit sera essayé horizontalement.

2. – Les éléments de remplacement étanches à l'huile seront essayés dans une enveloppe remplie d'huile de façon à représenter les conditions de service.

13.2 *Modalités d'essai*

13.2.1 *Étalonnage du circuit d'essai*

Le coupe-circuit ou l'élément de remplacement sera remplacé par une barrette d'impédance négligeable comme indiqué figures 3 et 4, page 87.

Le circuit sera ajusté pour donner le courant présumé spécifié. Cela sera vérifié par un enregistrement oscillographique.

Note. – Pour les essais directs de la suite d'essais 3, il peut n'être pas nécessaire de faire un étalonnage du circuit d'essai, mais lorsque cela est fait, le courant peut être mesuré au moyen d'un ampèremètre en variante d'un enregistrement oscillographique.

13.2.2 *Méthode d'essai*

La barrette A est enlevée et remplacée par le coupe-circuit ou l'élément de remplacement B en essai.

Le court-circuiteur E est fermé à un instant tel que les conditions spécifiées au tableau IV soient remplies.

Pour les suites d'essais 1, 2 et 3, on mesurera les surtensions de fonctionnement. Pour les suites d'essais 1 et 2, on déterminera les courants coupés limités.

Au cours des essais de la suite d'essais 3, le courant peut être mesuré au moyen d'un ampèremètre à la place ou en plus d'un enregistrement oscillographique.

Critical damping is obtained when

$$R = 1/2 \frac{f_o}{f_N} X$$

where:

f_o = natural frequency of the circuit without additional damping

f_N = power frequency

X = reactance of the circuit at power frequency

13.1.3 Test samples

The fuse-link shall be tested in a fuse-base as specified by the manufacturer of the fuse-link.

In making tests on renewable fuses, fuse-links or refill units of the same manufacture as the fuse or as recommended by the manufacturer of the fuse shall be used.

13.1.4 Arrangement of the equipment

For test duties 1 and 2, the conductors shall be arranged as shown in Figure 2, page 86, in order to reproduce the electromagnetic forces which may occur in service. To prevent any movement of the conductors from causing excessive mechanical stresses on the fuse-base, the conductors shall be secured at a distance equal to the insulator height if this height exceeds 0.50 m (20 in) or at 0.50 m (20 in) if the insulator height does not exceed 0.50 m (20 in).

Notes 1. – The fuse shall be tested in the vertical orientation unless it is known that the horizontal arrangement is more severe, in which case the fuse shall be tested horizontally.

2. – Oil-tight fuse-links shall be tested in an oil-filled enclosure designed to simulate service conditions.

13.2 Test procedure

13.2.1 Calibration of the test circuit

The fuse or the fuse-link under test shall be replaced by a link of negligible impedance compared with that of the test circuit as shown in Figures 3 and 4, page 87.

The circuit shall be adjusted to give the specified prospective current. This shall be verified by an oscillographic record.

Note. – For direct tests of test duty 3 the calibration of the test circuit may not be necessary, but when made, current may be measured by an ammeter as an alternative to an oscillographic record.

13.2.2 Test method

The link A is removed and is replaced by the fuse or the fuse-link B under test.

The making switch E is closed at such an instant as to provide the conditions specified in Table IV.

For test duties 1, 2 and 3, switching-voltages shall be measured. For test duties 1 and 2, cut-off currents shall be determined.

In test duty 3, current may be measured by an ammeter as an alternative or an addition to an oscillographic record.

Après fonctionnement du coupe-circuit, la tension de rétablissement doit être maintenue à ses bornes pendant les durées spécifiées au tableau IV. Les quelques premières périodes doivent être enregistrées par un oscillographe tandis que les suivantes peuvent être lues sur un voltmètre.

Note. – Au cours de cette période, la fréquence industrielle peut tomber au-dessous de la valeur minimale spécifiée.

13.2.2.1 Variante de la méthode d'essai pour la suite d'essais 3

Afin d'éviter de faire l'essai à la tension spécifiée pendant toute la période d'essai, on peut faire en variante un essai de la façon suivante.

Le coupe-circuit à essayer est raccordé à un circuit d'essai basse tension pendant la plus grande partie de la période d'essai et commuté ensuite sur un circuit d'essai haute tension jusqu'à la fin de l'essai.

Les circuits d'essais doivent comprendre les éléments suivants:

1. Une source d'énergie basse tension quelconque à 50 Hz ou 60 Hz suffisante pour faire passer au travers du coupe-circuit en essai le courant désiré ainsi que les dispositifs permettant de maintenir le courant constant dans le circuit.
2. Un circuit haute tension à 50 Hz ou 60 Hz tel que décrit au paragraphe 13.1.2. Le circuit sera réglé au préalable pour obtenir le même courant que lors de la partie de l'essai faite en basse tension, ainsi que les paramètres spécifiés au tableau IV.
3. Un dispositif pour commuter de la source basse tension à la source haute tension de telle façon que le courant soit interrompu pendant une durée n'excédant pas 0,2 s; cependant, l'intervalle de temps entre la réapplication du courant et le début de l'arc sera suffisamment long pour donner la possibilité de n'avoir aucune asymétrie, d'évaluer le courant et de constater sur l'oscillogramme qu'il n'y a pas de décrement appréciable de la valeur du courant.

13.2.3 Interprétation des oscillogrammes

Pour les suites d'essais 1 et 2, le courant présumé coupé sera la valeur efficace de la composante périodique du courant, mesurée une demi-période après le début du court-circuit au cours de l'essai d'étalonnage (voir figures 5 et 6, page 88).

Pour la suite d'essais 3, le courant coupé sera la valeur efficace de la composante périodique du courant mesuré à l'instant du début de l'arc au cours de l'essai de coupure (voir figure 7, page 89), ou la valeur indiquée par l'ampèremètre.

La valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle est mesurée entre la crête de la deuxième demi-onde non influencée et la droite tracée entre les crêtes des demi-ondes précédente et suivante (voir figures 5, 6 et 7).

13.2.4 Paramètres à utiliser au cours des essais

Les paramètres à utiliser au cours des essais sont donnés dans le tableau IV.

Si un essai est effectué dans des conditions plus sévères que celles spécifiées et s'il est satisfaisant, cet essai sera valable.

After the fuse has operated, recovery voltage shall be maintained across the fuse for the periods specified in Table IV. The first few cycles shall be recorded by an oscillograph and the remainder may be observed on a voltmeter.

Note. – During this period, the power frequency may be lower than the specified minimum value.

13.2.2.1 *Alternative test method for test duty 3*

To avoid testing at the specified voltage for the full test period, an alternative test may be made as follows.

The fuse to be tested is connected in a low-voltage test circuit for the major portion of the test period and then switched to a high-voltage test circuit for the conclusion of the test.

The test circuits shall be as follows:

1. Any low-voltage 50 Hz or 60 Hz power source sufficient to cause the desired current to flow through the fuse to be tested and means for adjusting the circuit to hold the current constant.
2. A high-voltage 50 Hz or 60 Hz test circuit as indicated in Sub-clause 13.1.2. This circuit shall be pre-adjusted to provide the same current as for the low-voltage portion of the test, as well as the parameters as specified in Table IV.
3. Provision for switching from the low-voltage source to the high-voltage source such that the current is interrupted for a time interval not longer than 0.2 s; however, the time interval between the reapplication of current and the beginning of arcing shall be long enough to make it possible to have no asymmetry, to evaluate the current and to see from the oscillogram that there is no appreciable decrement of the value of current.

13.2.3 *Interpretation of oscillograms*

For test duties 1 and 2, the prospective breaking current shall be the r.m.s. value of the a.c. component of the current, measured one half-cycle after the initiation of short-circuit in the calibration test (see Figures 5 and 6, page 88).

For test duty 3, the breaking current shall be the r.m.s. symmetrical current measured at the instant of the initiation of the arc in the breaking test (see Figure 7, page 89) or the value indicated by the ammeter.

The value of the power-frequency recovery voltage is 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 (see Figures 5, 6 and 7).

13.2.4 *Parameters to be used for tests*

The parameters to be used when making the tests are given in Table IV.

If a test is made under more severe conditions than specified and if this test is successful, this test shall be valid.

TABLEAU IV

Paramètres	Suite d'essais		
	1	2	3
Tension de rétablissement à fréquence industrielle	$(0,87 \times \text{tension nominale}) + \frac{5}{0} \%$		Tension nominale $+ \frac{5}{0} \%$
Caractéristiques de la TTR présumée	Voir paragraphe 13.1.2		Pas de valeurs spécifiées
Facteur de puissance	Inférieur ou égal à 0,15 Voir 1 ci-après		0,4 à 0,6
Courant présumé (valeur efficace de la composante périodique)	$I_1 + \frac{5}{0} \%$	I_2	$I_3 - \frac{10}{0} \%$ Voir 2 ci-après
Courant instantané au début de l'arc	Sans objet	De $0,85 I_2$ à $1,06 I_2$	Sans objet
Angle d'établissement	Pas avant le zéro de tension	De 0° à 20° après le zéro de tension	Quelconque
Début de l'arc après le zéro de tension	Pour un essai : De 40° à 65° Pour deux essais : De 65° à 90° Voir 3 ci-après	Sans objet	Sans objet
Durée de maintien de la tension après coupure (Voir 4 et 5 ci-après)	Supérieure ou égale à 15 s	Supérieure ou égale à 60 s	
Nombre d'essais	3	3	2

1. Pour répondre à cette condition, le circuit ne sera pas ajusté avec des résistances de manière à obtenir une valeur quelconque spécifiée, comprise entre les tolérances.
2. Lorsque l'installation de la station d'essais ne permet pas de maintenir le courant constant, la tolérance sur le courant peut être dépassée dans une direction quelconque pendant un temps n'excédant pas 20% du temps total de fusion, à condition que le courant au début de l'arc reste dans la tolérance spécifiée pour la suite d'essais 3.
3. Etant donné que les conditions de fonctionnement peuvent produire sur les coupe-circuit une grande variété de contraintes et que les essais de coupure sont destinés en principe à produire les conditions les plus sévères, notamment en ce qui concerne l'énergie d'arc et les contraintes thermiques et mécaniques pour cette valeur de courant, il est admis que ces conditions sont pratiquement remplies au moins une fois en effectuant les essais indiqués.
4. Pour les coupe-circuit qui sont soumis en service à la tension de rétablissement pour une durée inférieure à 1 s, la durée de maintien de la tension après fonctionnement sera 1 s.
5. La valeur initiale de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à la valeur spécifiée, mais lorsque l'installation de la station d'essais ne permet pas de maintenir la tension constante, la tension rétablie peut tomber ensuite à 15% au-dessous de la valeur spécifiée.

13.3 Essais de coupure pour les éléments de remplacement d'une série homogène

13.3.1 Caractéristiques des éléments de remplacement d'une série homogène

Sont considérés comme formant une série de construction homogène les éléments de remplacement dont les caractéristiques répondent aux critères suivants:

1. La tension nominale, le pouvoir de coupure nominal et la fréquence nominale doivent être les mêmes.
2. Tous les matériaux utilisés doivent être identiques.

TABLE IV

Parameters	Test duties		
	1	2	3
Power-frequency recovery voltage	$(0.87 \times \text{rated voltage}) + 5\%$		Rated voltage $+5\%$
Prospective TRV characteristics	See Sub-clause 13.1.2		Not specified
Power factor	Not higher than 0.15 See 1 below		0.4 to 0.6
Prospective current (r.m.s. value of the a.c. component)	$I_1 + 5\%$	I_2	$I_3 - 10\%$ See 2 below
Instantaneous current at initiation of arcing	Not applicable	From $0.85 I_2$ to $1.06 I_2$	Not applicable
Making angle	Not before voltage zero	From 0° to 20° after voltage zero	Random timing
Initiation of arcing after voltage zero	For one test : From 40° to 65° For two tests : From 65° to 90° See 3 below	Not applicable	Not applicable
Maintained voltage after breaking (See 4 and 5 below)	Not less than 15 s	Not less than 60 s	
Number of tests	3	3	2

1. To answer this specification, the circuit should not be adjusted with resistors to obtain any specified value within the tolerance.
2. When testing station limitations prevent the maintenance of constant current, the tolerance on the current can be exceeded in either direction during not more than 20% of the total melting time, provided that the current at the initiation of arcing is within the tolerance specified for test duty 3.
3. Since the operating conditions can produce a wide variety of stresses on the fuse and as the breaking tests are intended in principle to produce the most severe conditions mainly as regards the arc energy and the thermal and mechanical stresses for this value of current, it is recognized that these conditions will be practically obtained at least once, when making the three tests indicated.
4. For fuses which are subject in service to the recovery voltage for a time less than 1 s, the maintained voltage period after operation will be 1 s.
5. The initial value of the power-frequency recovery voltage shall be equal to the specified value, but when testing limitations prevent the maintenance of constant voltage, the maintained voltage may drop to 15% below the specified value.

13.3 Breaking tests for fuse-links of a homogeneous series

13.3.1 Characteristics of fuse-links of a homogeneous series

Fuse-links are considered as forming a homogeneous series when their characteristics comply with the following:

1. Rated voltage, breaking current and frequency shall be the same.
2. All materials shall be the same.

3. Toutes les dimensions de l'élément de remplacement sauf la section et le nombre des éléments fusibles doivent être identiques ainsi que cela est explicité ci-après du point 4 au point 8.
4. Dans n'importe lequel des éléments de remplacement, tous les éléments fusibles principaux doivent être identiques.
5. La loi régissant la variation de la section des éléments fusibles individuels le long de ces éléments doit être la même.
6. Toutes les variations en épaisseur, largeur et nombre doivent être une fonction monotone* du courant nominal. En particulier, il n'est pas permis de compenser une augmentation de section par la réduction du nombre des éléments fusibles et vice versa.
7. L'espacement éventuel entre les éléments fusibles individuels et l'espacement entre les éléments fusibles et l'enveloppe doit être une fonction monotone* du courant nominal.
8. Un élément fusible particulier utilisé pour un dispositif indicateur ou un percuteur n'a pas à répondre aux critères 5 et 6 ci-dessus mais doit être le même pour tous les éléments de remplacement.

13.3.2 Conditions d'essai

Dans une série homogène d'éléments de remplacement, il suffit d'effectuer les essais de coupure conformément au tableau IVA.

Les symboles utilisés dans le tableau IVA ont la signification suivante:

- A: élément de remplacement du plus petit courant nominal,
- B: élément de remplacement quelconque d'un courant nominal compris entre A et C,
- C: élément de remplacement du plus grand courant nominal.

Les paramètres à considérer sont:

s_A s_B s_C , section des éléments fusibles individuels dans les éléments de remplacement A, B, C.

n_A n_B n_C , nombre d'éléments fusibles dans les éléments de remplacement A, B, C.

* Fonction monotone: fonction qui varie toujours dans le même sens pour une variation de sens donné de la variable.

3. All dimensions of the fuse-link except the cross-section and the number of fuse-element(s) as detailed below from item 4 to 8 shall be the same.
4. In any fuse-link, all the main fuse-elements shall be identical.
5. The law governing the variation of the cross-section of individual fuse-elements along their length shall be the same.
6. All variations in thickness, width and number shall be monotonous* with respect to rated current. Thus, balancing an increase in cross-section by reducing the number of fuse-elements and vice versa is not allowed.
7. The variation in distance, if any, between individual fuse-elements and that in distance, if any, between fuse-element(s) and fuse-barrel shall be monotonous* with respect to the rated current.
8. A special fuse-element used for an indicator or striker is exempt from 5 and 6 above, but this element shall be the same for all the fuse-links.

13.3.2 Test requirements

In a homogeneous series of fuse-links, breaking tests need only be made in accordance with Table IVA.

Symbols in Table IVA are used with the following meanings:

- A: fuse-link of lowest current rating,
- B: any fuse-link of a current rating between A and C,
- C: fuse-link of highest current rating.

The parameters to be considered are:

s_A s_B s_C , cross-section of the individual main fuse-elements in A, B, C.

n_A n_B n_C , number of main fuse-elements in A, B, C.

* Monotonous function: a function continually varying in the same direction for a given direction of the variable.

TABLEAU IVA

Série homogène réalisée par	Suite d'essais	Éléments de remplacement à essayer (les croix indiquent les essais à effectuer)		
		A	B	C
Variation progressive du nombre n et/ou de la section s suivant une fonction monotone du courant nominal $n_A \leq n_B \leq n_C$ $s_A \leq s_B \leq s_C$	1	X		X
	2 Voir 1 ci-dessous	X		X
	3 Voir 2 ci-dessous	X	X Voir 3 ci-dessous	X
Nombre n constant Augmentation de la section s $s_A < s_B < s_C$	1	X		X
	2 Voir 1 ci-dessous	X		X
	3			X
Section s constante Augmentation du nombre n $n_A < n_B < n_C$	1	X		X
	2			X
	3 Voir 2 ci-dessous	X		X

1. Les courants d'essai I_2 des éléments de remplacement A et C seront choisis en fonction des courants nominaux respectifs respectifs de ces éléments de remplacement.
2. L'élément de remplacement du plus petit courant nominal doit comprendre au moins deux éléments fusibles individuels principaux en plus de l'élément éventuel utilisé pour le fonctionnement du percuteur.
3. Cela n'implique pas que chaque courant nominal doit être essayé, mais lorsque les courants nominaux décroissent l'essai n'est à effectuer que pour le courant nominal pour lequel le nombre d'éléments est réduit.

13.3.3 Interprétation des essais de coupure

Si les essais effectués selon le tableau IVA donnent les résultats conformes aux prescriptions du paragraphe 7.2.3, les éléments de remplacement d'un courant nominal quelconque, dans la série de construction homogène, seront considérés comme satisfaisant à la présente spécification en ce qui concerne la coupure.

Si un élément de remplacement ne fonctionne pas de façon satisfaisante aux termes du paragraphe 7.2.3 au cours d'une ou plusieurs séries d'essais, cet élément doit être éliminé de la série homogène, mais une telle défaillance n'entraîne pas nécessairement le rejet des autres éléments de remplacement de courants nominaux différents.

Il faut noter qu'une gamme particulière de courants nominaux dans une dimension d'enveloppe peut former une série homogène pour une suite d'essais, mais deux ou plusieurs séries homogènes en ce qui concerne les autres suites d'essais.

Les valeurs du courant minimal de coupure des éléments de remplacement non essayés sont déterminées à partir des essais de la suite d'essais 3 de la façon suivante:

1 – n constant, augmentation de s:

Il est admis que la durée de préarc pour I_2 des éléments de remplacement A et B n'est pas inférieure à celle de l'élément de remplacement C. En conséquence, l'essai effectué

TABLE IVA

Homogeneous series achieved by	Test duties	Fuse-links to be tested (crosses show the tests to be performed)		
		A	B	C
Progressive change in number n and/or cross-section s monotonous with respect to rated current $n_A \leq n_B \leq n_C$ $s_A \leq s_B \leq s_C$	1	X		X
	2 See 1 below	X		X
	3 See 2 below	X	X See 3 below	X
Constant number n Increase of cross-section s $s_A < s_B < s_C$	1	X		X
	2 See 1 below	X		X
	3			X
Constant cross-section s Increase of number n $n_A < n_B < n_C$	1	X		X
	2			X
	3 See 2 below	X		X

1. The test currents I_2 for the fuse-links A and C will have been chosen according to the current rating of the fuse-links A and C respectively.
2. The fuse-link of lowest current rating shall contain at least 2 individual main fuse-elements in addition to the element, if any, used for operating the striker.
3. This does not require that every rating must be tested, but with diminishing current ratings a test is only to be made for the current rating at which the number of elements is reduced.

13.3.3 Interpretation of breaking tests

If the results of tests made according to Table IVA meet the requirements of Sub-clause 7.2.3, any current rating of fuse-links within the homogeneous series shall be deemed to comply with the breaking requirements of this specification.

If a fuse-link does not perform satisfactorily according to Sub-clause 7.2.3 on one or more test series, that fuse-link shall be rejected from the homogeneous series, but such failure does not necessarily entail rejection of any other current rating.

It should be noted that a particular range of current ratings in one barrel size may constitute one homogeneous series for one test duty, but two or more homogeneous series for the purpose of another test duty.

The values of minimum breaking current of fuse-links not tested are determined from test duty 3 as follows:

1 – Constant n , increase of s :

It is assumed that the pre-arcing time at I_3 for fuse-links A and B is not less than for the fuse-link C. The test in accordance with Table IVA is therefore considered as proving that

conformément au tableau IVA est considéré comme signifiant que les éléments de remplacement A et B ont un courant minimal de coupure déterminé en prenant sur leurs caractéristiques temps/courant les courants correspondant à la durée de préarc pour le courant minimal de coupure de l'élément de remplacement C d'après sa caractéristique temps/courant (figure 10, page 91).

2 – s constant, augmentation de n:

Les courants minimaux de coupure I_3 des éléments de remplacement A et C peuvent avoir des valeurs identiques ou non. Si elles sont identiques, cette valeur de I_3 est considérée comme valant pour l'élément de remplacement B. Si elles sont différentes, on réunit, par une droite, les points les représentant respectivement sur les caractéristiques temps/courant des éléments de remplacement A et C. L'intersection de cette droite avec la caractéristique temps/courant de l'élément de remplacement B est considérée comme définissant le courant minimal de coupure de l'élément de remplacement B (figure 11, page 91).

Si le constructeur annonce une valeur de courant minimal de coupure inférieure à celle obtenue par l'une des méthodes 1 ou 2 ci-dessus, celle-ci doit être vérifiée par un essai séparé.

13.4 *Qualification par interpolation d'une série homogène d'éléments de remplacement*

Si deux séries homogènes X et Z de tensions nominales différentes U_X et U_Z ont été essayées avec succès, une troisième série Y de tension nominale intermédiaire U_Y n'a pas, en principe, à être essayée si:

1. La tension nominale U_Z est inférieure ou égale à $2 U_X$.
2. Les courants nominaux de Y sont dans la limite des courants nominaux communs aux séries X et Z déjà essayées.
3. Les pouvoirs de coupure nominaux aux tensions nominales U_X et U_Z sont les mêmes, ou, s'ils sont différents, seule la plus faible valeur est censée s'appliquer à U_Y .
4. Les courants minimaux de coupure nominaux aux tensions nominales U_X et U_Z des éléments de remplacement de même courant nominal sont les mêmes, ou, s'ils sont différents, seule la valeur la plus élevée est censée s'appliquer à U_Y .
5. Les fréquences nominales sont les mêmes.
6. Tous les matériaux sont identiques.
7. Toutes les dimensions sauf la longueur de l'élément de remplacement et celle des éléments-fusibles sont identiques.
8. Pour chaque courant nominal, le nombre des éléments-fusibles individuels et leur section sont les mêmes; la loi régissant la variation de la section exprimée par le nombre de variations par unité de longueur doit rester identique lors de l'interpolation de la longueur des éléments fusibles de tensions nominales intermédiaires.
9. La longueur des éléments-fusibles est déduite de celle des éléments déjà essayés, par interpolation linéaire en fonction de la tension nominale.

14. **Essais de vérification de la caractéristique temps/courant**

14.1 *Règles d'essais*

Les règles d'essais doivent être celles spécifiées à l'article 10, ainsi que les suivantes.

fuse-links A and B have a minimum breaking current ascertained by reading from their time/current characteristics the currents corresponding to the pre-arcing time given by the minimum breaking current of fuse-link C and its time/current characteristic (Figure 10, page 91).

2 – Constant s , increase of n :

The minimum breaking current I_3 of fuse-links A and C may or may not be the same. If they are the same, I_3 is deemed to apply to fuse-link B. If they are different, a straight line is drawn through the points corresponding to the respective minimum breaking currents on the time/current characteristics of fuse-links A and C. The intersection of this line and the time/current characteristic of fuse-link B is deemed to define the minimum breaking current of fuse-link B (Figure 11, page 91).

If the manufacturer claims a value of minimum breaking current less than that derived from either 1 or 2 above, this must be proved by a separate test.

13.4 Acceptance of a homogeneous series of fuse-links by interpolation

If two homogeneous series X and Z of different voltage ratings U_X and U_Z have been tested successfully, a third homogeneous series Y of an intermediate voltage rating U_Y need not, in principle, be tested provided that:

1. The rated voltage U_Z is not greater than $2 U_X$.
2. The current ratings of Y are not outside the range of current ratings common to series X and Z already tested.
3. The rated breaking currents at rated voltages U_X and U_Z are the same, or, if they are different, only the lower value is assumed to be applicable to U_Y .
4. The rated minimum breaking currents of fuse-links of the same current ratings at rated voltages U_X and U_Z are the same, or, if they are different, only the higher value is assumed to be applicable to U_Y .
5. The rated frequencies are the same.
6. All materials are the same.
7. All dimensions except the length of the fuse-links and of the fuse-elements are the same.
8. For each current rating, the number of individual fuse-elements and their cross-section are the same; also the law governing the variation of the cross-section expressed as the number of variations per unit length must be kept constant when interpolating the length of the fuse-elements of intermediate voltage ratings.
9. The length of the fuse-elements is linearly interpolated with respect to the voltage ratings already tested.

14. Tests for time/current characteristics

14.1 Test practices

Time/current test practices shall be as specified in Clause 10 and as follows.

14.1.1 *Température de l'air ambiant*

La caractéristique temps/courant doit être vérifiée à une température de l'air ambiant quelconque comprise entre 15 °C et 30 °C.

Au début de chaque essai, le coupe-circuit doit être approximativement à la température de l'air ambiant.

14.1.2 *Disposition de l'appareil*

Les essais seront faits avec la même disposition de l'appareil que pour les essais d'échauffement, paragraphe 12.1.2, s'ils sont effectués séparément ou avec la disposition utilisée pour les essais de coupure, paragraphe 13.1.4.

En particulier:

- Le socle sera tel que spécifié par le constructeur de l'élément de remplacement en essai.
- La dimension et la longueur des conducteurs reliés aux bornes seront telles que spécifiées au paragraphe 12.1.2.
- Les éléments de remplacement étanches à l'huile seront essayés dans une enveloppe remplie d'huile de façon à représenter les conditions de service.

14.2 *Méthode d'essai*

Les essais de vérification de la caractéristique temps/courant seront effectués comme suit.

14.2.1 *Essais de vérification de la durée de préarc*

Les essais de vérification de la durée de préarc peuvent être faits à une tension quelconque convenable, le circuit d'essai étant prévu de telle façon que le courant traversant le coupe-circuit soit maintenu à une valeur sensiblement constante.

Les caractéristiques temps/courant obtenues lors des essais de coupure peuvent être utilisées.

14.2.2 *Zone de temps*

Les essais seront faits dans les zones de temps suivantes:

- Coupe-circuit associés: de 0,01 s à 600 s
- Coupe-circuit d'usage général: de 0,01 s à 1 h.

14.2.3 *Mesure du courant*

Le courant traversant le coupe-circuit durant ces essais sera mesuré au moyen d'un ampèremètre, d'un oscillographe ou de tout autre instrument convenable.

14.2.4 *Mesure du temps*

Lorsque les temps sont enregistrés par un oscillographe, les durées de préarc seront soit des durées virtuelles soit des durées réelles en indiquant la méthode choisie.

15. **Essais d'étanchéité à l'huile**

Les éléments de remplacement des coupe-circuit limiteurs de courant conçus pour être immergés dans l'huile doivent être essayés comme suit:

Note. – Si des éléments de remplacement de divers courants nominaux ne diffèrent que par leurs éléments fusibles, il suffit d'essayer l'élément de remplacement ayant la puissance dissipée la plus élevée.

14.1.1 *Ambient air temperature*

The time/current characteristics shall be verified at any ambient air temperature between 15 °C and 30 °C.

At the beginning of each test, the fuse shall be approximately at ambient air temperature.

14.1.2 *Arrangement of the equipment*

The tests shall be made with the same arrangement of the equipment as for the temperature-rise tests if they are made separately, Sub-clause 12.1.2 or for the breaking tests, Sub-clause 13.1.4.

In particular:

- The fuse-base shall be as specified by the manufacturer for the fuse-link being tested.
- The size and the length of conductors connected to the terminals shall be as specified in Sub-clause 12.1.2.
- Oil-tight fuse-links shall be tested in an oil-filled enclosure designed to simulate service conditions.

14.2 *Test procedures*

Time/current tests shall be conducted as follows.

14.2.1 *Pre-arcing time/current tests*

Pre-arcing time/current tests may be made at any convenient voltage with the test circuit so arranged that the current through the fuse is held to an essentially constant value.

Time/current data obtained from breaking tests may be used.

14.2.2 *Time range*

Tests shall be made in the following time ranges:

- Back-up fuses: from 0.01 s to 600 s
- General purpose fuses: from 0.01 s to 1 h.

14.2.3 *Measurement of current*

The current through the fuse during time/current tests shall be measured by ammeter, oscillograph or other suitable instrument.

14.2.4 *Determination of time*

When times are recorded by oscillograph, the pre-arcing times shall be the virtual or actual times, with indication of the selected method.

15. **Oil-tightness tests**

Fuse-links of current-limiting fuses designed to be used immersed in oil shall be tested as follows.

Note. – If several current ratings differing only in their fuse-elements are involved, testing the fuse-link of highest power dissipation is sufficient.

L'élément de remplacement sera immergé dans de l'huile isolante sous une pression de $7 \times 10^4 \text{ N/m}^2$. L'élément de remplacement sera parcouru par son courant nominal pendant 2 h et la température de l'huile sera portée (par chauffage additionnel si nécessaire) à une valeur comprise entre 75 °C et 85 °C; elle sera maintenue dans cette zone pendant la période d'essai de 2 h.

Le courant sera alors interrompu, le chauffage additionnel éliminé et on refroidira l'huile ou on la laissera se refroidir jusqu'à une température comprise entre 15 °C et 30 °C pendant une durée quelconque convenable.

Ce cycle sera exécuté six fois et l'élément de remplacement sera ensuite extrait de l'huile, nettoyé extérieurement et ouvert pour permettre l'examen du milieu extincteur qui ne doit présenter aucun signe de pénétration d'huile.

16. Essais des percuteurs

Les caractéristiques des percuteurs peuvent être vérifiées au moyen de la caractéristique effort/course du ressort moteur ou au moyen d'un pendule comme suit:

Il est recommandé d'utiliser un pendule tel que celui défini dans la Recommandation ISO/R 442 – 1965 (E), mais avec les plus faibles valeurs d'énergie et de vitesse de choc spécifiées dans la Recommandation ISO/R 179 – 1961 (E). En particulier, les machines utilisées pour essayer les percuteurs moyens et forts devraient être du type 4 N.m (4 joules) et celles utilisées pour essayer les percuteurs légers devraient être du type 0,5 N.m (0,5 joule).

Le marteau de la machine d'essai devra être muni d'une plaque plane en acier de dureté minimale Vickers HV 235 et de dimension suffisante, perpendiculaire à la trajectoire du percuteur; après sa course libre spécifiée, le percuteur devra frapper le marteau au repos sur cette plaque. La trajectoire du percuteur devra passer par le centre de percussion de la machine et devra être perpendiculaire à un plan défini par ce centre de percussion et par l'axe d'oscillation du pendule.

SECTION CINQ – ESSAIS SPÉCIAUX

17. Conditions d'exécution des essais

Les essais spéciaux sont effectués pour vérifier qu'un type ou un modèle particulier de coupe-circuit est conforme aux caractéristiques spécifiées et se comporte de façon satisfaisante dans des conditions spéciales spécifiées. Ils sont exécutés sur des échantillons pour vérifier les caractéristiques spécifiées pour tous les coupe-circuit du même modèle.

Ces essais ne seront répétés que si la construction est modifiée de façon qu'elle puisse modifier également le bon comportement.

Pour des facilités d'essais, et avec l'accord préalable du constructeur, les valeurs prescrites pour les essais, notamment les tolérances, peuvent être modifiées dans le sens qui accroît la sévérité des essais.

Sauf spécification contraire, les essais seront effectués suivant les règles spécifiées à l'article 10 et comme suit:

17.1 Liste des essais spéciaux

Les essais suivants sont des essais à effectuer après accord entre constructeur et utilisateur pour certains types de coupe-circuit ou pour certaines utilisations spéciales:

- essais de résistance aux variations brusques de température (pour les coupe-circuit prévus pour être utilisés à l'extérieur);

- essais de puissance dissipée (pour les coupe-circuit prévus pour être utilisés dans des conditions de refroidissement limité différentes de celles correspondant à l'essai d'échauffement);
- essais de perturbations radiophoniques.

Les résultats de tous ces essais seront consignés dans des certificats d'essai contenant les indications nécessaires pour démontrer la conformité à cette publication.

17.1.1 *Essais de résistance aux variations brusques de température*

17.1.1.1 *Echantillon*

Le socle doit être tel que spécifié par le constructeur de l'élément de remplacement en essai.

Note. – Si des éléments de remplacement de divers courants nominaux ne diffèrent que par leurs éléments fusibles, il suffit d'essayer l'élément de remplacement ayant la puissance dissipée la plus élevée.

17.1.1.2 *Disposition de l'appareil*

Le coupe-circuit doit être monté suivant les instructions données par le constructeur et raccordé au circuit d'essai par des conducteurs en cuivre nu ayant les dimensions spécifiées au paragraphe 12.1.2, tableau III.

17.1.1.3 *Méthode d'essai*

Le coupe-circuit est parcouru pendant 1 h par un courant de valeur déterminée par accord entre constructeur et utilisateur, inférieur ou égal au courant nominal. Le coupe-circuit est alors soumis à une pluie artificielle faisant un angle d'environ 45° avec la verticale, à une température ne dépassant pas celle de la pièce et ayant un débit d'environ 3 mm par minute. Cette aspersion dure 1 min tandis que le courant d'essai est maintenu.

Le coupe-circuit ne doit présenter aucun signe visible extérieur de détérioration.

Note. – Etant donné la grande variété de types de construction, il n'est pas possible d'édicter une règle générale pour vérifier l'influence de la pénétration d'humidité. Si un essai de vérification d'étanchéité est demandé par l'utilisateur, un tel essai sera défini et exécuté par accord entre constructeur et utilisateur.

17.1.2 *Essais de puissance dissipée*

Les coupe-circuit utilisés dans des conditions de refroidissement limité peuvent nécessiter un déclassement. Afin de faciliter ce déclassement, des essais spéciaux peuvent être faits en vue de déterminer la puissance dissipée.

Ces essais sont à effectuer dans les conditions spécifiées à l'article 12.

La puissance dissipée est déterminée lorsqu'elle atteint une valeur stable pour la valeur de courant considérée. L'essai doit être fait avec des courants égaux à 50% et à 100% du courant nominal. La puissance dissipée est exprimée en watts.

17.1.3 *Essais de perturbations radiophoniques*

A l'étude.

The fuse-link shall be immersed in insulating oil under a pressure of $7 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ (10 lbs/in²). The rated current of the fuse-link shall be passed through it for 2 h and the temperature of the oil shall be raised (using supplementary heating if necessary) to between 75 °C and 85 °C and maintained within this range for the two-hour test period.

The current shall be switched off, the supplementary heating discontinued and the oil cooled, or allowed to cool, to a temperature of 15 °C to 30 °C over any convenient period of time.

This cycle shall be carried out six times and the fuse-link shall then be removed from the oil, cleaned externally and opened for inspection of the arc-quenching medium, which shall show no sign of ingress of oil.

16. **Test of strikers**

The characteristics of strikers may be verified by the force/travel characteristic of the driving spring or by means of a pendulum as follows.

The use of a pendulum as described in ISO Recommendation ISO/R 442 – 1965 (E) is recommended, but with the smaller impact energy values and impact velocities as specified by ISO/R 179 – 1961 (E). In particular, machines for testing strikers of medium and heavy type should be of the 4 N.m (4 joules) type; machines for testing strikers of light type should be of the 0.5 N.m (0.5 joule) type.

The hammer of the testing machine shall be provided with a plane steel surface of minimum Vickers hardness HV 235 and of sufficient size normal to the direction of the striker travel, the striker after its specified free travel hitting the quiescently hanging hammer at this plane surface. The striker travel shall be directed to the centre of percussion of the machine and shall be normal to a plane defined by this centre of percussion and by the axis of oscillation of the pendulum.

SECTION FIVE – SPECIAL TESTS

17. **Conditions for making the tests**

Special tests are made to check whether a type or particular design of fuse corresponds to the characteristics specified and behaves satisfactorily under special specified conditions. They are made on samples to check the specified characteristics of all fuses of the same type.

These tests shall be repeated only if the construction is changed in a way which might modify the behaviour.

For convenience of testing, and with the previous consent of the manufacturer, the values prescribed for the tests, particularly the tolerances, can be so changed as to make the test conditions more severe.

Unless otherwise specified, the tests shall be made according to the test practices specified in Clause 10 and as follows:

17.1 *List of special tests*

The following tests are to be made after agreement between manufacturer and user for certain types of fuses or for special applications:

- thermal shock tests (for fuses intended to be used outdoors);

- power-dissipation tests (for fuses intended to be used under conditions of restricted cooling differing from those of temperature-rise tests);
- radio influence tests.

The results of all tests shall be recorded in test reports containing the data necessary to prove compliance with this publication.

17.1.1 *Thermal shock tests*

17.1.1.1 *Test sample*

The fuse-base shall be as specified by the manufacturer of the fuse-link being tested.

Note. – If several current ratings differing only in their fuse-elements are involved, testing the fuse-link of highest power dissipation is sufficient.

17.1.1.2 *Arrangement of the equipment*

The fuse shall be mounted within the directions specified by the manufacturer and connected to the test circuit by bare copper conductors having sizes as specified in Sub-clause 12.1.2, Table III.

17.1.1.3 *Test method*

The fuse is subjected for 1 h to a value of current chosen by agreement between manufacturer and user and not exceeding the rated current. Then, the fuse is sprayed with artificial rain at an angle approximately 45° to the vertical, at not higher than room temperature with a rate of precipitation of approximately 3 mm per minute. This spraying shall be maintained for 1 min with the test current still flowing.

The fuse shall not exhibit any visible external sign of damage.

Note. – Owing to the wide variety of designs, it is not possible to state a general rule to verify the effect of ingress of water. If a test of waterproofness is requested by the user, such a test shall be defined and made by agreement between manufacturer and user.

17.1.2 *Power-dissipation tests*

Fuses used under conditions of restricted cooling may require derating. To facilitate this derating, special tests to determine the power dissipation may be made.

These tests are to be made under the conditions specified in Clause 12.

The power dissipation is determined when it has reached a steady value for the current value considered. The test shall be made at 50% and 100% of the rated current. The power dissipation is expressed in watts.

17.1.3 *Radio influence tests*

Under consideration.

SECTION SIX – SPÉCIFICATIONS CONCERNANT LES COUPE-CIRCUIT
LIMITEURS DE COURANT

18. **Liste des valeurs nominales et des caractéristiques**

a) *Valeurs nominales du socle*

1. Tension nominale (paragraphe 18.1).
2. Courant nominal (paragraphe 18.2).
3. Niveau d'isolement nominal – tensions de tenue à fréquence industrielle à sec et sous pluie et aux ondes de choc (paragraphe 18.6).

b) *Valeurs nominales de l'élément de remplacement*

1. Tension nominale (paragraphe 18.1).
2. Courant nominal (paragraphe 18.3).
3. Pouvoir de coupure nominal (paragraphe 18.3).
4. Fréquence nominale (paragraphe 18.4).
5. Courant minimal de coupure nominal pour coupe-circuit associés (paragraphe 18.5).
6. TTR nominale (paragraphe 18.11).

c) *Caractéristiques du coupe-circuit*

1. Limites d'échauffement (paragraphe 18.7).

d) *Caractéristiques de l'élément de remplacement*

1. Classe (paragraphe 18.5).
2. Surtensions de fonctionnement (paragraphe 18.8).
3. Caractéristique temps/courant (paragraphe 18.9).
4. Caractéristique d'amplitude du courant coupé limité (paragraphe 18.10).
5. Caractéristiques des percuteurs (paragraphe 18.12).

18.1 *Tension nominale*

La tension nominale d'un coupe-circuit sera choisie parmi les tensions indiquées dans le tableau V.

TABLEAU V

Série I	Série II
kV	kV
3,6	2,75
7,2	5,5
12	8,25
17,5	15
24	15,5
36	25,8
40,5	38
52	48,3
72,5	72,5

18.2 *Courant nominal du socle*

Le courant nominal du socle sera choisi parmi les valeurs suivantes:

10 A, 25 A, 63 A, 100 A, 200 A, 400 A

SECTION SIX – SPECIFICATIONS FOR CURRENT-LIMITING FUSES

18. List of ratings and characteristics

a) Ratings of the fuse-base

1. Rated voltage (Sub-clause 18.1).
2. Rated current (Sub-clause 18.2).
3. Rated insulation level (power-frequency, dry, wet and impulse withstand voltages) (Sub-clause 18.6).

b) Ratings of the fuse-link

1. Rated voltage (Sub-clause 18.1).
2. Rated current (Sub-clause 18.3).
3. Rated breaking current (Sub-clause 18.3).
4. Rated frequency (Sub-clause 18.4).
5. Rated minimum breaking current for back-up fuses (Sub-clause 18.5).
6. Rated TRV (Sub-clause 18.11).

c) Characteristics of the fuse

1. Temperature-rise limits (Sub-clause 18.7).

d) Characteristics of the fuse-link

1. Class (Sub-clause 18.5).
2. Switching voltages (Sub-clause 18.8).
3. Time/current characteristics (Sub-clause 18.9).
4. Cut-off characteristics (Sub-clause 18.10).
5. Characteristics of the strikers (Sub-clause 18.12).

18.1 Rated voltage

The rated voltage of a fuse should be selected from the voltages given in Table V.

TABLE V

Series I	Series II
kV	kV
3.6	2.75
7.2	5.5
12	8.25
17.5	15
24	15.5
36	25.8
40.5	38
52	48.3
72.5	72.5

18.2 Rated current of the fuse-base

The rated current of the fuse-base should be selected from the following values:

10 A, 25 A, 63 A, 100 A, 200 A, 400 A

18.3 *Courant nominal en ampères et pouvoir de coupure nominal de l'élément de remplacement en kiloampères*

Le courant nominal et le pouvoir de coupure nominal de l'élément de remplacement seront choisis parmi les valeurs de la série R10. Pour des cas spéciaux, des valeurs supplémentaires pour le courant nominal de l'élément de remplacement pourront être choisies parmi les valeurs de la série R20.

Note. – La série R10 comprend les nombres 1 - 1,25 - 1,6 - 2 - 2,5 - 3,15 - 4 - 5 - 6,3 - 8 et leurs multiples par 10.
La série R20 comprend les nombres 1 - 1,12 - 1,25 - 1,40 - 1,6 - 1,8 - 2 - 2,24 - 2,5 - 2,8 - 3,15 - 3,55 - 4 - 4,5 - 5 - 5,6 - 6,3 - 7,1 - 8 - 9 et leurs multiples par 10.

18.4 *Fréquence nominale*

Les valeurs normales de la fréquence nominale sont 50 Hz et 60 Hz.

18.5 *Courant minimal de coupure et classe*

Deux classes de coupe-circuit sont admises suivant la zone dans laquelle ils peuvent être utilisés: les coupe-circuit associés et les coupe-circuit d'usage général. (Voir paragraphes 7.1.1, 7.1.2 et 22.3.)

Dans les deux cas, le constructeur doit indiquer la classe et pour les coupe-circuit associés la valeur du courant minimal de coupure nominal.

18.6 *Niveau d'isolement nominal*

Le niveau d'isolement nominal d'un socle doit être choisi dans les tableaux VI et VII.

- Le tableau VI est basé sur la pratique en Europe et les conditions normales de référence pour la température, la pression et l'humidité sont 20 °C, 760 mm de mercure et 11 g/m³ d'eau.
- Le tableau VII est basé sur la pratique aux Etats-Unis et au Canada et les conditions normales de référence pour la température, la pression et l'humidité sont 25 °C, 760 mm de mercure et 15 g/m³ d'eau.

Il devra être précisé si le coupe-circuit convient pour une utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur.

TABLEAU VI

Tension nominale kV	Tension de tenue à sec aux ondes de choc (polarités négative et positive) kV (valeur de crête)		Tension de tenue à fréquence industrielle pendant 1 min à sec et sous pluie kV eff.	
	Sur la distance de sectionnement du socle (voir note)	A la masse et entre pôles	Sur la distance de sectionnement du socle (voir note)	A la masse et entre pôles
3,6	52	45	25	21
7,2	70	60	35	27
12	85	75	45	35
17,5	110	95	60	45
24	145	125	75	55
36	195	170	100	75
40,5	220	185	113	85
52	290	250	145	105
72,5	375	325	190	140

Note. – Un niveau d'isolement pour la distance de sectionnement est seulement spécifié pour les socles pour lesquels des propriétés de sectionnement sont garanties.

18.3 Rated current in amperes and rated breaking current of the fuse-link in kiloamperes

The rated current and the rated breaking current of the fuse-link should be selected from the R10 series. For special cases, additional values for the rated current of the fuse-link may be selected from the R20 series.

Note. – The R10 series comprises the numbers 1 - 1.25 - 1.6 - 2 - 2.5 - 3.15 - 4 - 5 - 6.3 - 8 and their multiples of 10.

The R20 series comprises the numbers 1 - 1.12 - 1.25 - 1.40 - 1.6 - 1.8 - 2 - 2.24 - 2.5 - 2.8 - 3.15 - 3.55 - 4 - 4.5 - 5 - 5.6 - 6.3 - 7.1 - 8 - 9 - and their multiples of 10.

18.4 Rated frequency

Standard values of rated frequency are 50 Hz and 60 Hz.

18.5 Minimum breaking current and class

Two classes of fuses are recognized according to the range in which they can be used: back-up fuses and general purpose fuses. (See Sub-clauses 7.1.1, 7.1.2 and 22.3.)

In both cases, the manufacturer shall indicate the class and for back-up fuses the value of the rated minimum breaking current.

18.6 Rated insulation level

The rated insulation level of a fuse-base should be selected from Tables VI and VII.

- Table VI based on practice in Europe, and standard reference conditions of temperature pressure and humidity are 20 °C, 760 mm of mercury and 11 g/m³ of water.
- Table VII is based on practice in the U.S.A. and Canada where standard reference conditions of temperature, pressure and humidity are 25°C, 760 mm of mercury and 15 g/m³ of water.

It shall be stated whether the fuse is suitable for indoor or outdoor service.

TABLE VI

Rated voltage kV	Dry impulse withstand voltage (positive and negative polarity) kV (peak)		Dry and wet 1 min power-frequency withstand voltage kV (r.m.s.)	
	Across the isolating distance of the fuse-base (see Note)	To earth and between poles	Across the isolating distance of the fuse-base (see Note)	To earth and between poles
3.6	52	45	25	21
7.2	70	60	35	27
12	85	75	45	35
17.5	110	95	60	45
24	145	125	75	55
36	195	170	100	75
40.5	220	185	113	85
52	290	250	145	105
72.5	375	325	190	140

Note. – An isolating insulation level should only be specified for those fuse-bases to which isolating properties are assigned.

TABLEAU VII

Tension nominale kV	Tension de tenue à sec aux ondes de choc (polarités négative et positive) kV (valeur de crête)		Tension de tenue à fréquence industrielle pendant 1 min à sec kV eff.		Tension de tenue sous pluie à fréquence industrielle pendant 10 s kV eff.
	Sur la distance de sectionnement du socle (voir note)	A la masse et entre pôles	Sur la distance de sectionnement du socle (voir note)	A la masse et entre pôles	A la masse et entre pôles
2,75	50	45	17	15	—
5,5	66	60	21	19	—
8,25	105 (83)	95 (75)	39 (29)	35 (26)	30
(15)	(105)	(95)	(40)	(36)	—
15,5	121	110	55	50	45
25,8	165	150	77 (66)	70 (60)	60
38	220	200	105	95	80
48,3	275	250	132	120	100
72,5	385	350	193	175	145

Note. – Un niveau d'isolement pour la distance de sectionnement est seulement spécifié pour les socles pour lesquels des propriétés de sectionnement sont garanties.

Les valeurs entre parenthèses sont valables pour les coupe-circuit d'intérieur lorsqu'elles diffèrent des valeurs données pour l'extérieur.

18.7 Limites d'échauffement

L'élément de remplacement et le socle doivent être capables de supporter de façon continue leur courant nominal sans que les limites d'échauffement données dans le tableau VIII soient dépassées.

Lorsqu'un contact est établi entre des surfaces protégées de manières différentes, les températures et les échauffements admissibles doivent être considérés comme suit:

- a) pour les contacts boulonnés et les bornes, ceux de l'élément pour lequel le tableau VIII autorise les valeurs les plus élevées;
- b) pour les contacts élastiques, ceux de l'élément pour lequel le tableau VIII autorise les valeurs les plus basses.

TABLE VII

Rated voltage kV	Dry impulse withstand voltage (positive and negative polarity) kV (peak)		Dry 1 min power-frequency withstand voltage kV (r.m.s.)		Wet 10 s power-frequency withstand voltage kV (r.m.s.)
	Across the isolating distance of the fuse- base (see Note)	To earth and between poles	Across the isolating distance of the fuse- base (see Note)	To earth and between poles	To earth and between poles
2.75	50	45	17	15	—
5.5	66	60	21	19	—
8.25	105 (83)	95 (75)	39 (29)	35 (26)	30
(15)	(105)	(95)	(40)	(36)	—
15.5	121	110	55	50	45
25.8	165	150	77 (66)	70 (60)	60
38	220	200	105	95	80
48.3	275	250	132	120	100
72.5	385	350	193	175	145

Note. — An isolating insulation level should only be specified for those fuse-bases to which isolating properties are assigned.

Values in parentheses are for indoor fuses where they differ from outdoor values.

18.7 Temperature-rise limits

The fuse-link and the fuse-base shall be able to carry their rated current continuously without exceeding the limits of temperature-rise given in Table VIII.

Where engaging contact surfaces having different coatings, the permissible temperatures and temperature-rises shall be as follows:

- for bolted contacts and terminals, those of the component having the higher values permitted in Table VIII;
- for spring loaded contacts, those of the component having the lower values permitted in Table VIII.

TABEAU VIII
Limites de température et d'échauffement des pièces et des matériaux

Nature du matériau ou de l'élément	Valeur maximale de	
	Température °C	Echauffement deg C
Contacts en cuivre dans l'air:		
1. Contacts élastiques		
– sans protection	75	35
– recouverts d'argent	105	65
– recouverts d'étain	95	55
– recouverts d'autres métaux	Voir 1 ci-dessous	
2. Contacts boulonnés		
– sans protection	90	50
– recouverts d'argent ou d'étain	105	65
– recouverts d'autres métaux	Voir 1 ci-dessous	
Contacts en cuivre dans l'huile:		
– sans protection	80	40
– recouverts d'argent, d'étain ou de nickel	90	50
– recouverts d'autres métaux	Voir 1 ci-dessous	
Bornes boulonnées dans l'air		
– sans protection	90	50
– recouvertes d'argent ou d'étain	105	65
– recouvertes d'autres métaux	Voir 1 ci-dessous	
Pièces métalliques formant ressorts	Voir 2 ci-dessous	
Matériaux isolants ou pièces métalliques en contact avec des matériaux isolants des classes suivantes: *		
Classe A	105	65
E	120	80
B	130	90
F	155	115
H	180	140
C	Voir 3 ci-dessous	

* Classes conformément à la Publication 85 de la CEI: Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.

1. Si le constructeur utilise d'autres métaux de protection que ceux indiqués dans le tableau VIII, les propriétés de ces métaux doivent être prises en considération.
2. La température ou l'échauffement ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du métal soit modifiée.
3. Limité seulement par la nécessité de ne pas provoquer de détérioration des pièces environnantes.
4. Pour les coupe-circuit utilisés dans des enveloppes, voir section sept, paragraphe 22.2

18.8 *Surtensions de fonctionnement*

Sur demande, le constructeur doit indiquer la valeur maximale des surtensions de fonctionnement telles qu'elles sont mesurées lors des essais de coupure (article 13).

Les valeurs de surtension en cours de fonctionnement pour les suites d'essais 1, 2 et 3 ne doivent pas dépasser celles données dans le tableau IX.

18.9 *Caractéristiques temps/courant*

Le constructeur doit fournir des courbes déterminées à partir des résultats obtenus lors des essais de vérification de la caractéristique temps/courant spécifiés au paragraphe 14.2.

Les caractéristiques temps/courant doivent être présentées avec le courant en abscisse et le temps en ordonnée.

TABLE VIII
Limits of temperature and temperature rise for components and materials

Component or material	Maximum value of	
	Temperature °C	Temperature rise deg C
Copper contacts in air:		
1. Spring loaded contacts		
– bare	75	35
– silver-coated	105	65
– tin-coated	95	55
– other coatings	See 1 below	
2. Bolted contacts		
– bare	90	50
– silver- or tin-coated	105	65
– other coatings	See 1 below	
Copper contacts in oil:		
– bare	80	40
– silver-, tin- or nickel-coated	90	50
– other coatings	See 1 below	
Bolted terminals in air		
– bare	90	50
– silver- or tin-coated	105	65
– other coatings	See 1 below	
Metal parts acting as springs	See 2 below	
Insulating materials or metal parts in contact with insulating materials of the following classes:*		
Class A	105	65
E	120	80
B	130	90
F	155	115
H	180	140
C	See 3 below	

* Classes according to IEC Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service.

1. If the manufacturer uses coatings other than those indicated in Table VIII, the properties of these materials shall be taken into consideration.
2. The temperature or the temperature-rise shall not reach such a value that the elasticity of the metal is changed.
3. Limited only by the requirement not to cause any damage to surrounding parts.
4. For fuses used in enclosures, see Section Seven, Sub-clause 22.2.

18.8 *Switching-voltages*

On request, the manufacturer shall indicate the maximum value of the switching-voltages as determined in the breaking tests (Clause 13).

The values of switching-voltages during operation in test duties 1, 2 and 3 shall not exceed those given in Table IX.

18.9 *Time/current characteristics*

The manufacturer shall make available curves from the data determined by the time/current characteristics type tests specified in Sub-clause 14.2.

The time/current characteristics shall be presented with current as abscissa and time as ordinate.

Des échelles logarithmiques doivent être utilisées sur chacun des axes de coordonnées. Les bases des échelles logarithmiques (dimensions d'une décade) doivent être dans le rapport 2/1, la plus grande dimension étant en abscisse. Cependant, pour tenir compte d'une pratique en vigueur depuis longtemps aux Etats-Unis, un rapport 1/1 (5,6 cm) est admis en variante.

La présentation doit être faite sur une feuille de format normalisé A3 ou A4 ou suivant la norme des Etats-Unis.

TABLEAU IX

Tension nominale kV	Valeur maximale de la surtension de fonctionnement kV
2,75	9
3,6	12
5,5	18
7,2	23
8,25	26
12	38
15	47
15,5	49
17,5	55
24	75
25,8	81
36	112
38	119
40,5	126
48,3	150
52	162
72,5	226

Les dimensions des décades doivent être choisies dans 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, si possible, les valeurs 2,8 et 5,6.

Les courbes doivent indiquer:

- La relation entre la durée virtuelle de préarc et le courant présumé.
- Le courant de référence utilisé, moyen ou minimal. Si on prend des valeurs moyennes, la tolérance ne doit pas dépasser $\pm 20\%$. Si on prend des valeurs minimales, la tolérance ne doit pas dépasser $+ 50\%$.
- Le type et les caractéristiques nominales de l'élément de remplacement auquel les courbes s'appliquent.
- La zone de temps suivant les spécifications du paragraphe 14.2.2. Pour les coupe-circuit associés, la courbe sera tracée en pointillés depuis le courant minimal de coupure jusqu'à 600 s si ce courant minimal de coupure correspond à un temps inférieur à 600 s.

18.10 Caractéristiques d'amplitude du courant coupé limité

Le constructeur doit indiquer la limite supérieure du courant coupé limité correspondant à chaque valeur de courant présumé coupé jusqu'au pouvoir de coupure nominal du coupe-circuit dans les conditions spécifiées lors des essais de coupure à l'article 13.

Il doit être précisé si la caractéristique s'applique à 50 Hz ou 60 Hz.

18.11 Valeurs normales de la TTR nominale

Les valeurs normales de la TTR nominale pour les coupe-circuit sont données dans les tableaux X et XI.

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 dimension on the abscissa. However, because of long established practice in the U.S.A., a ratio of 1/1 (5.6 cm) is recognized as an alternative standard.

The representation shall be made on standardized paper A3 or A4, or according to the U.S.A. standard.

TABLE IX

Rated voltage	Maximum switching-voltage
kV	kV
2.75	9
3.6	12
5.5	18
7.2	23
8.25	26
12	38
15	47
15.5	49
17.5	55
24	75
25.8	81
36	112
38	119
40.5	126
48.3	150
52	162
72.5	226

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 to use wherever possible the values 2.8 and 5.6.

The curves shall show:

- The relation between the virtual pre-arcing time and the prospective current.
- The basis of current, whether mean or minimum. If mean current values are used, the tolerance shall not exceed $\pm 20\%$. If minimum values are used, the tolerance shall not exceed $+50\%$.
- The type and rating of the fuse-link to which the curve data apply.
- The time-range as specified in Sub-clause 14.2.2. For back-up fuses, a dotted line shall be plotted from minimum breaking current to 600 s if the minimum breaking current corresponds to a time less than 600 s.

18.10 Cut-off characteristics

The manufacturer shall indicate the upper limit of the cut-off current corresponding to each value of prospective breaking current up to the rated breaking capacity of the fuse under specified conditions determined as part of the breaking type tests specified in Clause 13.

It shall be stated whether the characteristic applies to 50 Hz or 60 Hz.

18.11 Standard values of rated TRV

Standard values of rated TRV of fuses are given in Tables X and XI.

TABLEAU X

Tension nominale	Paramètres de base		Valeurs dérivées			
	Valeur de crête de la tension	Temps	Retard *	Tension **	Temps ***	Vitesse d'accroissement
U_r	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV/μs
3,6	6,2	40	6	2,06	19,4	0,154
7,2	12,4	52	7,8	4,1	25	0,238
12	20,6	60	9	6,9	29	0,345
17,5	30	72	10,8	10	35	0,415
24	41	88	13,2	13,8	42,5	0,47
36	62	108	16,2	20,6	52	0,57
40,5	69	115	17,2	23	55,5	0,60
52	89	132	6,6	29,5	51	0,68
72,5	124	168	8,4	41,5	64	0,74

$$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U_r$$

$$**u' = 1/3 u_c$$

$$*t_d = 0,15 t_3$$

$$***t' = (0,15 + 1/3) t_3$$

$$*t_d = 0,05 t_3$$

$$***t' = (0,05 + 1/3) t_3$$

pour $U_r < 52$ kV

pour $U_r \geq 52$ kV

TABLEAU XI

Tension nominale	Paramètres de base		Valeurs dérivées			
	Valeur de crête de la tension	Temps	Retard *	Tension **	Temps ***	Vitesse d'accroissement
U_r	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV/μs
2,75	4,7	37	5,5	1,6	18,1	0,127
5,5	9,4	46	6,9	3,1	22,2	0,204
8,25	14,4	54	8,1	4,8	26,1	0,266
15	25,7	66	9,9	8,6	32,0	0,390
15,5	26,6	67	10,0	8,8	32,2	0,400
25,8	44	91	13,6	14,7	44,0	0,48
38	65	111	16,6	21,7	53,6	0,58
48,3	83	127	19,0	27,6	61,2	0,65
72,5	124	168	8,4	41,5	64	0,74

$$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U_r$$

$$**u' = 1/3 u_c$$

$$*t_d = 0,15 t_3$$

$$***t' = (0,15 + 1/3) t_3$$

$$*t_d = 0,05 t_3$$

$$***t' = (0,05 + 1/3) t_3$$

pour $U_r \leq 48,3$ kV

pour $U_r > 48,3$ kV

TABLE X

Rated voltage	Basic parameters		Derived values			
	Peak voltage	Time co-ordinate	Time delay *	Voltage co-ordinate **	Time co-ordinate ***	Rate of rise
U_r	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV/ μs
3.6	6.2	40	6	2.06	19.4	0.154
7.2	12.4	52	7.8	4.1	25	0.238
12	20.6	60	9	6.9	29	0.345
17.5	30	72	10.8	10	35	0.415
24	41	88	13.2	13.8	42.5	0.47
36	62	108	16.2	20.6	52	0.57
40.5	69	115	17.2	23	55.5	0.60
52	89	132	6.6	29.5	51	0.68
72.5	124	168	8.4	41.5	64	0.74

$$\begin{aligned}
 u_c &= 1.4 \times 1.5 \times \sqrt{2/3} U_r & *t_d &= 0.15 t_3 \\
 u' &= 1/3 u_c & *t' &= (0.15 + 1/3) t_3 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} u_c &= 1.4 \times 1.5 \times \sqrt{2/3} U_r \\ **u' &= 1/3 u_c \end{aligned}} \right\} \text{for } U_r < 52 \text{ kV} \\
 & & *t_d &= 0.05 t_3 \\
 & & ***t' &= (0.05 + 1/3) t_3 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} *t_d &= 0.05 t_3 \\ ***t' &= (0.05 + 1/3) t_3 \end{aligned}} \right\} \text{for } U_r \geq 52 \text{ kV}
 \end{aligned}$$

TABLE XI

Rated voltage	Basic parameters		Derived values			
	Peak voltage	Time co-ordinate	Time delay *	Voltage co-ordinate **	Time co-ordinate ***	Rate of rise
U_r	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV/ μs
2.75	4.7	37	5.5	1.6	18.1	0.127
5.5	9.4	46	6.9	3.1	22.2	0.204
8.25	14.4	54	8.1	4.8	26.1	0.266
15	25.7	66	9.9	8.6	32.0	0.390
15.5	26.6	67	10.0	8.8	32.2	0.400
25.8	44	91	13.6	14.7	44.0	0.48
38	65	111	16.6	21.7	53.6	0.58
48.3	83	127	19.0	27.6	61.2	0.65
72.5	124	168	8.4	41.5	64	0.74

$$\begin{aligned}
 u_c &= 1.4 \times 1.5 \times \sqrt{2/3} U_r & *t_d &= 0.15 t_3 \\
 u' &= 1/3 u_c & *t' &= (0.15 + 1/3) t_3 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} u_c &= 1.4 \times 1.5 \times \sqrt{2/3} U_r \\ **u' &= 1/3 u_c \end{aligned}} \right\} \text{for } U_r \leq 48.3 \text{ kV} \\
 & & *t_d &= 0.05 t_3 \\
 & & ***t' &= (0.05 + 1/3) t_3 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} *t_d &= 0.05 t_3 \\ ***t' &= (0.05 + 1/3) t_3 \end{aligned}} \right\} \text{for } U_r > 48.3 \text{ kV}
 \end{aligned}$$

Les valeurs indiquées dans les tableaux sont des valeurs présumées et tiennent compte de la réduction de la tension de rétablissement.

Dans les réseaux monophasés ou lorsque des coupe-circuit sont destinés à des installations où l'on peut rencontrer des conditions plus sévères, les valeurs feront l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

La tension transitoire de rétablissement nominale, correspondant au pouvoir de coupure nominal, est utilisée pour les essais au pouvoir de coupure nominal moyennant la dérogation admise au paragraphe 13.1.2.1. Pour les essais effectués à des valeurs inférieures au pouvoir de coupure nominal, d'autres valeurs de la tension transitoire de rétablissement sont spécifiées (voir paragraphe 13.1.2.2).

18.12 Caractéristiques des percuteurs

Il est admis qu'à l'avenir deux types de percuteurs devraient pouvoir couvrir tous les besoins; les caractéristiques préférentielles des percuteurs de ces types sont données dans le tableau XII. Pour le moment, et compte tenu des pratiques courantes actuelles, les percuteurs peuvent avoir les caractéristiques correspondant aux trois types indiquées dans le tableau XIII.

Les percuteurs des éléments de remplacement fonctionnent soit avec un ressort comprimé, soit avec une charge explosive.

Les percuteurs peuvent être classés suivant la quantité d'énergie qu'ils sont capables de fournir entre deux points spécifiés de leur course à un appareil mécanique de connexion et par un effort minimal de maintien.

L'effort de maintien est la caractéristique qui, après fonctionnement, empêche le retour du percuteur en deçà de la course réelle minimale spécifiée, lorsqu'un effort extérieur statique lui est appliqué.

TABLEAU XII

Type	Energie		Course libre	Course additionnelle durant laquelle l'énergie doit être fournie	Course réelle		Effort minimal de maintien
	Min.	Max.			Min.	Max.	
	J	J	mm	mm	mm	mm	N
Léger	0,05	0,5	4	6	10	20	Sans objet
Fort	0,5	2,5	4	16	20	40	20

TABLEAU XIII

Type	Energie		Course libre	Course additionnelle durant laquelle l'énergie doit être fournie	Course réelle		Effort minimal de maintien
	Min.	Max.			Min.	Max.	
	J	J	mm	mm	mm	mm	N
Léger	0,05	0,5	2	8	10	20	Sans objet
Moyen	0,5	1,5	4	16	20	40	20
Fort	0,5	3	4	6	10	16	40

The values given in the tables are prospective values and take into account depression of recovery voltage.

In the case of single-phase systems or where fuses are for use in an installation having more severe conditions, the values shall be subject to agreement between manufacturer and user.

The rated transient recovery voltage corresponding to the rated breaking current is used for testing at breaking currents equal to the rated value with the permitted deviation given in Sub-clause 13.1.2.1. For testing at breaking current less than the rated value, other values of transient recovery voltage are specified (see Sub-clause 13.1.2.2).

18.12 Characteristics of strikers

It is recognized that in the future two types of strikers could satisfy all requirements: the preferred characteristics of the strikers of these types are given in Table XII. For the time being, and taking present current practices into account, the strikers may have the characteristics according to the three types given in Table XIII.

Strikers of fuse-links are operated by either a charged spring or an explosive charge.

Strikers may be classified by the amount of energy they are able to deliver to a mechanical switching device or a signalling device between two specified points on their travel and by a minimum withstand force.

The withstand force is the characteristic which prevents the return of the striker, after operation, to less than the minimum actual travel when a static external force is applied.

TABLE XII

Type	Energy		Free travel	Further travel during which energy must be delivered	Actual travel		Minimum withstand force
	Min.	Max.			Min.	Max.	
	J	J	mm	mm	mm	mm	N
Light	0.05	0.5	4	6	10	20	Not applicable 20
Heavy	0.5	2.5	4	16	20	40	

TABLE XIII

Type	Energy		Free travel	Further travel during which energy must be delivered	Actual travel		Minimum withstand force
	Min.	Max.			Min.	Max.	
	J	J	mm	mm	mm	mm	N
Light	0.05	0.5	2	8	10	20	Not applicable 20 40
Medium	0.5	1.5	4	16	20	40	
Heavy	0.5	3	4	6	10	16	

19. Indications à porter sur les plaques signalétiques

Les indications à porter sur les plaques signalétiques des éléments de remplacement et des socles sont données ci-dessous et devront être inscrites de façon indélébile.

Note. – Lorsque les dimensions physiques de l'élément de remplacement sont trop petites pour permettre d'inclure dans ces indications toutes celles données ci-dessous, d'autres méthodes pourront être adoptées.

Les nombres représentant les valeurs nominales doivent être dans tous les cas suivis par le symbole de l'unité dans laquelle ils sont exprimés.

a) Sur le socle

- nom du constructeur ou marque de fabrique;
- tension nominale;
- courant nominal.

b) Sur l'élément de remplacement

- nom du constructeur ou marque de fabrique;
- désignation du type prévu par le constructeur;
- tension nominale;
- courant nominal;
- pouvoir de coupure nominal;
- courant minimal de coupure nominal (pour coupe-circuit associés seulement).

Le cas échéant, il devra également être indiqué aussi bien sur l'élément de remplacement que sur le socle si ces éléments sont prévus pour une utilisation à l'extérieur.

SECTION SEPT – GUIDE D'APPLICATION

20. Objet

L'objet de cette section est de présenter des suggestions concernant l'utilisation, le fonctionnement et l'entretien afin d'obtenir des résultats satisfaisants avec les coupe-circuit haute tension limiteurs de courant.

21. Généralités

Un coupe-circuit inséré dans un circuit électrique est destiné à protéger en permanence ce circuit et les installations qui lui sont reliées, dans les limites de ses caractéristiques. La façon dont le coupe-circuit fonctionnera dépend non seulement de la précision avec laquelle il a été construit mais également de son utilisation correcte et du soin apporté à son entretien. S'il n'est pas utilisé et entretenu correctement, des dégâts considérables à des équipements coûteux peuvent se produire.

On ne saurait trop souligner qu'il faut se conformer aux règles de sécurité prescrites chaque fois que l'on déplace ou que l'on entretient des coupe-circuit au voisinage d'appareils ou de conducteurs sous tension.

22. Utilisation

22.1 Montage

Le coupe-circuit doit être installé en respectant les instructions du constructeur. Pour les dispositions multipolaires de coupe-circuit, lorsque la distance entre pôles n'est pas fixée par construction, les pôles doivent être montés à des distances au moins égales à celles spécifiées par le constructeur.

19. **Identifying markings**

The identifying markings which must be indelibly marked on fuse-links and fuse-bases are given below.

Note. – When the physical dimensions of the fuse-link are so small as to make it impossible for such markings to include the indications given below, alternative methods may be adopted.

The figures representing ratings shall in all cases be followed by the symbol of the unit in which they are expressed.

a) *On the fuse-base*

- manufacturer's name or trademark;
- rated voltage;
- rated current.

b) *On the fuse-link*

- manufacturer's name or trademark;
- manufacturer's type designation;
- rated voltage;
- rated current;
- rated breaking current;
- rated minimum breaking current (for back-up fuses only).

It shall also be indicated on both fuse-link and fuse-base, when applicable, if they are designed for outdoor service.

SECTION SEVEN – APPLICATION GUIDE

20. **Object**

The object of this section is to present suggestions on application, operation and maintenance as an aid in obtaining satisfactory performance with high-voltage current-limiting fuses.

21. **General**

A fuse in an electric circuit stands guard at all times to protect the circuit and the equipment connected to it from damage within the limits of its ratings. How well this fuse will perform depends not only upon the accuracy with which it was manufactured, but the correctness of the application and the attention it receives after it is installed. If not properly applied and maintained, considerable damage may occur to costly equipment.

It cannot be stressed too strongly that prescribed safety rules should be observed at all times when manipulating or maintaining fuses near energized equipment or conductors.

22. **Application**

22.1 *Mounting*

Fuses should be installed in accordance with the manufacturer's instructions. For multi-pole arrangements of fuses, when the distance between poles is not fixed by the construction, the poles should be mounted with clearances not less than those specified by the manufacturer.

Il est à noter que lorsque des éléments de remplacement sont soumis à l'effet d'un rayonnement solaire intense, les caractéristiques de ces éléments de remplacement peuvent être profondément modifiées.

22.2 *Choix du courant nominal de l'élément de remplacement*

Le courant nominal d'un élément de remplacement est généralement supérieur au courant normal de service. Les indications pour le choix du coupe-circuit sont généralement fournies par le constructeur.

Si le courant nominal de l'élément de remplacement est inférieur à celui du socle, le courant nominal réel du coupe-circuit est celui de l'élément de remplacement.

Le courant nominal de l'élément de remplacement doit être choisi en tenant compte de ce qui suit:

- a) courant normal et surcharge possible du circuit, y compris les harmoniques engendrés;
- b) phénomènes transitoires dans le circuit, liés à la mise en ou hors circuit d'appareils tels que transformateurs, moteurs ou batteries de condensateurs;
- c) coordination éventuelle avec d'autres dispositifs de protection.

Le courant nominal est défini en se référant à l'échauffement d'un élément de remplacement essayé séparément à l'air libre. Lorsque les coupe-circuit sont utilisés dans une enveloppe, il peut être nécessaire de réduire le courant nominal afin que les spécifications relatives à l'échauffement puissent encore être respectées; il en résulte que les éléments de remplacement peuvent avoir plusieurs valeurs de courant nominal différentes dépendant du type d'enveloppe.

Une indication utile pour tout déclassement nécessaire peut être obtenue à partir des résultats des essais de puissance dissipée (paragraphe 17.1.2). Pour les temps courts, généralement utilisés dans les études de sélectivité, le montage dans une telle enveloppe ne modifie pas, de façon sensible, la caractéristique temps/courant des éléments de remplacement.

Dans certains cas, l'élément de remplacement peut avoir des contacts spéciaux destinés au montage de trois éléments de remplacement (par exemple, cas d'un interrupteur-fusible ou d'un disjoncteur associé avec des coupe-circuit) dans une enveloppe particulière. En pareil cas, des essais spéciaux peuvent être effectués dans cette enveloppe particulière et le courant nominal correspondant à l'utilisation de l'élément de remplacement à l'intérieur de cette enveloppe sera indiqué.

Note – Les éléments de remplacement qui sont traversés par un courant dépassant leur courant nominal pendant un temps supérieur à celui correspondant au courant minimal de coupure peuvent subir des détériorations qui peuvent influencer leurs caractéristiques et leurs possibilités de coupure.

22.3 *Choix de la classe de coupe-circuit*

Suivant leur type d'application, les coupe-circuit sont divisés en coupe-circuit d'usage général et en coupe-circuit associés selon qu'ils sont utilisés comme seule protection contre les surintensités ou qu'ils sont utilisés en combinaison avec d'autres dispositifs de protection contre les surintensités.

22.3.1 *Coupe-circuit d'usage général*

Afin d'obtenir une protection complète contre les surintensités, un coupe-circuit utilisé en tant que coupe-circuit d'usage général doit être capable de couper toute valeur de courant qui peut provoquer sa fusion, jusqu'à son pouvoir de coupure nominal, mais, pour des raisons pratiques, cela peut être interprété comme équivalent à toute valeur de courant provoquant la fusion du coupe-circuit en un temps supérieur ou égal à 1 h.