

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
420**

Deuxième édition
Second edition
1990-11

**Combinés interrupteurs-fusibles à haute tension
pour courant alternatif**

**High-voltage alternating current switch-fuse
combinations**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 420: 1990

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

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

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
420**

Deuxième édition
Second edition
1990-11

**Combinés interrupteurs-fusibles à haute tension
pour courant alternatif**

**High-voltage alternating current switch-fuse
combinations**

© CEI 1990 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 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives	12
2 Conditions normales et spéciales de service	12
3 Définitions	12
3.1 Appareils et termes généraux	12
3.2 Manoeuvre	14
3.3 Grandeurs caractéristiques	16
4 Caractéristiques assignées	22
4.1 Tension assignée	22
4.2 Niveau d'isolement assigné	22
4.3 Fréquence assignée	22
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	22
4.5 Courant de courte durée admissible assigné	24
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné	24
4.7 Durée de court-circuit assignée	24
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	24
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	24
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manoeuvre	24
4.101 Pouvoir de coupure assigné en court-circuit	24
4.102 Tension transitoire de rétablissement assignée	24
4.103 Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit	28
4.104 Courant de transition assigné (sur fonctionnement provoqué par percuteur)	28
4.105 Courant d'intersection assigné pour combinés actionnés par déclencheur	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
1 General	11
1.1 Scope	11
1.2 Normative references	13
2 Normal and special service conditions	13
3 Definitions	13
3.1 Devices and general terms	13
3.2 Operation	15
3.3 Characteristic quantities	17
4 Rating	23
4.1 Rated voltage	23
4.2 Rated insulation level	23
4.3 Rated frequency	23
4.4 Rated normal current and temperature rise	23
4.5 Rated short-time withstand current	25
4.6 Rated peak withstand current	25
4.7 Rated duration of short circuit	25
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits	25
4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and auxiliary circuits	25
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operation	25
4.101 Rated short-circuit breaking current	25
4.102 Rated transient recovery voltage	25
4.103 Rated short-circuit making current	29
4.104 Rated transfer current (striker operation)	29
4.105 Rated take-over current for release-operated combinations	29

Articles	Pages
5 Conception et construction	28
5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans les combinés interrupteurs-fusibles	28
5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans les combinés interrupteurs-fusibles	28
5.3 Raccordement à la terre des combinés interrupteurs-fusibles	28
5.4 Equipements auxiliaires	28
5.5 Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure	28
5.6 Fermeture à accumulation d'énergie	28
5.7 Fonctionnement des déclencheurs	30
5.8 Verrouillage à basse et à haute pression	30
5.9 Plaques signalétiques	30
5.101 Combinés	32
5.102 Interrupteurs utilisés seulement dans des combinés	32
5.103 Pouvoir de fermeture de l'interrupteur	32
5.104 Tringlages de liaison entre le ou les percuteurs des fusibles et le déclencheur de l'interrupteur	32
5.105 Indicateur de position	34
6 Essais de type	34
6.1 Essais diélectriques	34
6.2 Essais de tension de perturbation radioélectrique	36
6.3 Essais d'échauffement	36
6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal	36
6.5 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible ..	36
6.101 Essais d'établissement, de coupure et caractéristiques	36
6.102 Grandeurs applicables aux essais d'établissement et de coupure	44
6.103 Essais d'établissement et de coupure	46
6.104 Comportement du combiné pendant les essais	60
6.105 Etat de l'appareil après les essais	60
6.106 Essais du mécanisme	62
6.107 Essais de chocs mécaniques sur les fusibles	62

Clause	Page
5 Design and construction	29
5.1 Requirements for liquids in switch-fuse combinations	29
5.2 Requirements for gases in switch-fuse combinations	29
5.3 Earthing of switch-fuse combinations	29
5.4 Auxiliary equipment	29
5.5 Dependent power closing	29
5.6 Stored energy closing	29
5.7 Operation of releases	31
5.8 Low and high pressure interlocking devices	31
5.9 Nameplates	31
5.101 Combinations	33
5.102 Switches used only in combinations	33
5.103 Short-circuit making current of the switch	33
5.104 Linkages between the fuse striker(s) and the switch release	33
5.105 Indication of position	35
6 Type tests	35
6.1 Dielectric tests	35
6.2 Radio interference voltage (r.i.v.) tests	37
6.3 Temperature-rise tests	37
6.4 Measurement of the resistance of the main circuit	37
6.5 Short-time withstand current and peak withstand current tests	37
6.101 Making and breaking tests and performance	37
6.102 Making and breaking test quantities	45
6.103 Making and breaking tests	47
6.104 Behaviour of the combination during tests	61
6.105 Condition of the apparatus after tests	61
6.106 Tests on the mechanism	63
6.107 Mechanical shock tests on fuses	63

Articles	Pages
7 Essais individuels de série	64
7.1 Essais de tenue à la fréquence industrielle à sec du circuit principal	64
7.2 Essais de tenue à la tension des circuits auxiliaires et de commande	64
7.3 Mesurage de la résistance du circuit principal	64
7.101 Essais de fonctionnement mécanique	64
8 Guide d'application pour le choix des combinés interrupteurs-fusibles selon le service	66
8.1 Objet	66
8.2 Coordination de l'interrupteur et des fusibles	68
8.3 Fonctionnement	74
8.4 Verrouillages	74
9 Information à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	74
10 Règles pour le transport, le stockage, l'installation et la maintenance	76
10.1 Conditions à respecter durant le transport, le stockage et l'installation	76
10.2 Installation	76
10.3 Maintenance	76
Annexes	
A Exemple de coordination entre les fusibles, l'interrupteur et le transformateur	78
B Justification de la procédure utilisée pour la détermination du courant de transition et des paramètres liés à la série d'essais 4	82
Figures	88

Clause	Page
7 Routine tests	65
7.1 Power-frequency voltage withstand dry tests on the main circuit	65
7.2 Voltage withstand tests on auxiliary and control circuits	65
7.3 Measurement of the resistance of the main circuit	65
7.101 Mechanical operating tests	65
8 Application guide for the selection of switch-fuse combinations for service	67
8.1 Object	67
8.2 Co-ordination of switch and fuses	69
8.3 Operation	75
8.4 Interlocks	75
9 Information to be given with enquiries, tenders and orders	75
10 Rules for transport, storage, erection and maintenance	77
10.1 Conditions during transport, storage and erection	77
10.2 Erection	77
10.3 Maintenance	77
Appendix	
A Example of the co-ordination of fuses, switch and transformer	79
B Justification of the procedure for determining transfer current and of the parameters associated with test duty 4	83
Figures	88

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMBINÉS INTERRUPTEURS-FUSIBLES À HAUTE TENSION POUR COURANT ALTERNATIF

AVANT-PROPOS

- 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.

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 17A: Appareillage à haute tension, du Comité d'Etudes n° 17 de la CEI: Appareillage.

Cette deuxième édition de la Publication 420 de la CEI remplace la première édition, parue en 1973, ainsi que la Modification n° 1 (1975), la Modification n° 2 (1977) et la Modification n° 3 (1978).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
17A(BC)209	17A(BC)212

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT
SWITCH-FUSE COMBINATIONS**

FOREWORD

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

This standard has been prepared by Sub-Committee 17A: High-voltage switchgear and controlgear, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and controlgear

This second edition of IEC Publication 420 replaces the first edition published in 1973 as well as Amendment No.1 (1975), Amendment No. 2 (1977) and Amendment No. 3 (1978).

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

Six Months' Rule	Report on Voting
17A(CO)209	17A(CO)212

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

COMBINÉS INTERRUPTEURS-FUSIBLES À HAUTE TENSION POUR COURANT ALTERNATIF

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente norme est applicable aux appareils tripolaires utilisés dans les réseaux de distribution publics ou les installations industrielles, appareils formant des ensembles fonctionnels composés d'interrupteurs ou d'interrupteurs-sectionneurs et de fusibles limiteurs de courant, et ainsi capables d'interrompre:

- tout courant de charge jusqu'au pouvoir de coupure assigné de l'interrupteur;
- toute surintensité jusqu'au pouvoir de coupure assigné du combiné et qui provoque une interruption automatique.

NOTE 1 - Une interruption automatique peut être provoquée, outre par le fonctionnement des percuteurs des fusibles, par un déclencheur à maximum de courant ou par tout dispositif d'autoprotection.

Elle ne s'applique ni aux combinés disjoncteurs-fusibles, ni aux contacteurs-fusibles, ni aux combinés destinés à la manoeuvre et à la protection des moteurs ou des batteries de condensateurs.

NOTE 2 - Dans la présente norme le terme «combiné» a le sens suivant: combiné dans lequel les constituants forment un ensemble fonctionnel.

Les fusibles sont introduits dans le combiné en vue d'obtenir des caractéristiques assignées en court-circuit supérieures à celles de l'interrupteur. Ces fusibles sont munis de percuteurs destinés à provoquer l'ouverture automatique des trois pôles de l'interrupteur à la suite du fonctionnement d'un fusible, permettant ainsi d'assurer le bon fonctionnement du combiné aux valeurs de courant de défaut inférieures au courant minimal de coupure de ces fusibles. En plus des percuteurs des fusibles, les combinés peuvent également être équipés soit d'un déclencheur à maximum de courant, soit d'un déclencheur shunt.

NOTE 3 - Dans la présente norme, le terme «fusible» est utilisé pour désigner soit le coupe-circuit soit l'élément de remplacement lorsque le sens du texte ne soulève pas d'ambiguïté.

La présente norme s'applique aux combinés prévus pour des tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV, et destinés à être utilisés sur des réseaux triphasés à courant alternatif à 50 Hz ou 60 Hz.

Les éléments séparés des combinés doivent satisfaire, pour tous les points les concernant aux CEI 265-1, 282-1 et 787, citées ci-après.

NOTE 4 - Les interrupteurs doivent satisfaire à la CEI 265-1 sauf en ce qui concerne les exigences relatives au courant de courte durée admissible et au pouvoir de fermeture sur court-circuit pour lesquelles on tient compte de l'effet limiteur des fusibles.

NOTE 5 - Les sectionneurs de terre incorporés dans le combiné répondent aux spécifications de la CEI 129. Si le sectionneur de terre a un pouvoir de fermeture assigné, les essais de fermeture sont effectués selon les spécifications de la CEI 265-1.

NOTE 6 - La présente norme s'applique aussi aux combinés interrupteurs-fusibles qui équipent les ensembles compacts pour circuit de distribution en boucle.

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT SWITCH-FUSE COMBINATIONS

1 General

1.1 Scope

This standard applies to three-pole units for public and industrial distribution systems which are functional assemblies of switches including switch-disconnectors and current-limiting fuses and thus able to interrupt:

- any load current up to the rated breaking current of the switch;
- any over-current up to the rated short-circuit breaking current of the combination by which automatic interruption is initiated.

NOTE 1 - Besides by the fuse and its striker operation, automatic interruption may be caused by an over-current release and by self-protecting devices.

It does not apply to fuse-circuit-breakers, fuse-contactors, combinations for motor-circuits or to combinations incorporating single capacitor bank switches.

NOTE - 2 In this standard, the word "combination" is used in the following sense: a combination in which the components constitute a functional assembly.

The fuses are incorporated in order to extend the short-circuit rating of the combination beyond that of the switch alone. They are fitted with strikers in order both to open automatically all three poles of the switch on the operation of a fuse and to achieve a correct operation at values of fault current below the minimum breaking current of the fuses. In addition to the fuse strikers, the combination may be fitted with either an over-current release or a shunt release.

NOTE 3 - In this standard the term "fuse" is used to designate either the fuse or the fuse-link where the general meaning of the text does not result in ambiguity.

This standard applies to combinations designed with rated voltages above 1 kV and below 52 kV for use on three-phase alternating current systems of either 50 Hz or 60 Hz.

The individual components of the combinations shall comply, in all relevant respects, with IEC 265-1, 282-1 and 787 quoted below.

NOTE 4 - Switches shall be in accordance with IEC 265-1 except for the short-time current and short-circuit making requirements where the current limiting effects of the fuses are taken into account.

NOTE 5 - Earthing switches forming an integral part of a combination are covered by IEC 129. If the earthing switch has a rated short-circuit making current, the making tests should be made in accordance with the requirements of IEC 265-1.

NOTE 6 - This standard also applies to switch-fuse combinations when included in ring main unit format.

1.2 Références normatives

La présente norme se réfère à la CEI 694, laquelle est applicable, sauf si cette présente norme indique une spécification différente. Par homogénéité on utilise, pour les articles et paragraphes, la même numérotation que celle employée dans la CEI 694 pour les spécifications correspondantes. Les modifications à ces articles ou paragraphes sont portées sous ces mêmes références, mais les paragraphes additionnels sont numérotés à partir de 101.

Publications de la CEI citées dans la présente norme:

CEI 50(151): (1978), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.*

CEI 50(441): (1984), *Chapitre 441: Appareillage et fusibles.*

CEI 56: (1987), *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension.*

CEI 129: (1984), *Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif.*

CEI 137: (1984), *Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V.*

CEI 265-1: (1983), *Interrupteurs à haute tension. Première partie: Interrupteurs à haute tension pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV.*

CEI 282-1: (1985), *Fusibles à haute tension. Première partie: Fusibles limiteurs de courant.*

CEI 298: (1981), *Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 72,5 kV.*

CEI 466: (1987), *Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 38 kV.*

CEI 694: (1980), *Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension.*

CEI 787: (1983), *Guide d'application pour le choix des éléments de remplacement des fusibles à haute tension destinés à être utilisés dans des circuits comprenant des transformateurs.*

2 Conditions normales et spéciales de service

La CEI 694 est applicable.

3 Définitions

Les définitions suivantes s'appliquent à la présente norme.

3.1 Appareils et termes généraux

3.1.1 Combinés interrupteurs-fusibles (comprend les combinés fusibles-interrupteurs)

Combinaison d'un interrupteur tripolaire et de trois fusibles équipés de percuteurs, tels que le fonctionnement de n'importe quel percuteur provoque l'ouverture automatique des trois pôles de l'interrupteur.

1.2 Normative references

This standard refers to IEC 694 which is applicable unless otherwise specified in this standard. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and sub-clauses is used as in IEC 694. Amendments to these clauses and sub-clauses are given under the same references whilst additional sub-clauses are numbered from 101.

IEC Publications quoted in this standard:

IEC 50(151): (1978), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and magnetic devices.*

IEC 50(441): (1984), *Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.*

IEC 56: (1987), *High-voltage alternating current circuit-breakers.*

IEC 129: (1984), *Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches.*

IEC 137: (1984), *Bushings for alternating voltages above 1 000 V.*

IEC 265-1: (1983), *High-voltage switches, Part 1: High-voltage switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV.*

IEC 282-1: (1985), *High-voltage fuses, Part 1: Current-limiting fuses.*

IEC 298: (1981), *A.C. Metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 72.5 kV.*

IEC 466: (1987), *A.C. insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV.*

IEC 694: (1980), *Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards.*

IEC 787: (1983), *Application guide for the selection of fuse-links of high-voltage fuses for transformer circuit applications.*

2 Normal and special service conditions

IEC 694 applies.

3 Definitions

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

3.1 Devices and general terms

3.1.1 Switch-fuse combinations (includes fuse-switch combinations)

A combination of a three-pole switch with three fuses provided with strikers, the operation of any striker causing all three poles of the switch to open automatically.

3.1.2 *Interrupteur à fusibles*

Interrupteur dans lequel un ou plusieurs pôles comportent un fusible en série dans un appareil combiné.

3.1.3 *Fusibles-interrupteur*

Interrupteur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusibles avec son élément de remplacement forme le contact mobile.

3.1.4 *Interrupteur-sectionneur*

VEI 441-14-12.

3.1.5 *Socle*

VEI 441-18-02.

3.1.6 *Percuteur*

VEI 441-18-18.

3.1.7 *Combiné actionné par déclencheur*

Combiné dans lequel l'ouverture automatique de l'interrupteur peut aussi être provoquée par un déclencheur à maximum de courant ou par un déclencheur shunt.

NOTE - Le déclencheur peut être commandé soit par un relais à maximum de courant soit par un relais de terre.

3.1.8 *Déclencheur*

VEI 441-15-17.

3.1.9 *Déclencheur à maximum de courant*

VEI 441-16-33.

3.1.10 *Déclencheur shunt*

VEI 441-16-41.

3.1.11 *Température de l'air ambiant*

VEI 441-11-13.

3.2 *Manoeuvre*

3.2.1 *Manoeuvre indépendante manuelle (de l'élément interrupteur)*

VEI 441-16-16.

3.2.2 *Manoeuvre dépendante à source d'énergie extérieure (de l'élément interrupteur)*

VEI 441-16-14.

3.1.2 *Switch-fuse*

A switch in which one or more poles have a fuse in series in a composite unit.

3.1.3 *Fuse-switch*

A switch in which a fuse or a fuse-carrier with a fuse forms the moving contact.

3.1.4 *Switch-disconnector*

IEV 441-14-12.

3.1.5 *Fuse-base fuse-mount*

IEV 441-18-02.

3.1.6 *Striker*

IEV 441-18-18.

3.1.7 *Release-operated combination*

A combination in which automatic opening of the switch can also be initiated by either an over-current release or a shunt release.

NOTE - The release may be operated by either an over-current or an earth-fault relay.

3.1.8 *Release*

IEV 441-15-17.

3.1.9 *Over-current release*

IEV 441-16-33.

3.1.10 *Shunt release*

IEV 441-16-41.

3.1.11 *Ambient air temperature*

IEV 441-11-13.

3.2 *Operation*

3.2.1 *Independent manual operation (of the switch)*

IEV 441-16-16.

3.2.2 *Dependent power operation (of the switch)*

IEV 441-16-14.

3.2.3 *Manoeuvre à accumulation d'énergie (de l'élément interrupteur)*

VEI 441-16-15.

3.3 *Grandeurs caractéristiques*

3.3.1 *Valeur assignée*

VEI 151-04-03.

NOTE - Voir l'article 4 pour les valeurs assignées individuelles.

3.3.2 *Courant présumé (du circuit dans lequel le combiné est inséré)*

Courant qui circulerait dans le circuit si chaque pôle du combiné était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable.

VEI 441-17-01.

3.3.3 *Valeur de crête du courant présumé*

VEI 441-17-02.

3.3.4 *Valeur maximale de crête du courant présumé*

VEI 441-17-04.

3.3.5 *Courant coupé présumé*

VEI 441-17-06.

3.3.6 *Courant coupé*

VEI 441-17-07.

3.3.7 *Courant minimal de coupure (d'un fusible)*

VEI 441-18-29.

3.3.8 *Pouvoir de fermeture en court-circuit*

VEI 441-17-10.

3.3.9 *Courant coupé limité (d'un fusible)*

VEI 441-17-12.

3.3.10 *Courant de transition (sur fonctionnement provoqué par percuteurs)*

Valeur du courant triphasé symétrique pour laquelle les fusibles et l'interrupteur échan-
gent la fonction de coupure: immédiatement en dessous de cette valeur, le courant dans
le premier pôle qui coupe est interrompu par le fusible, et le courant dans les deux autres
pôles par l'interrupteur; au-dessus de cette valeur, le courant dans les trois phases n'est
interrompu que par les fusibles (voir aussi 8.2.4).

3.2.3 *Stored energy operation (of the switch)*

IEV 441-16-15.

3.3 *Characteristic quantities*

3.3.1 *Rated value*

IEV 151-04-03.

NOTE - See Clause 4 for individual rated values.

3.3.2 *Prospective current (of a circuit and with respect to a combination situated therein)*

The current that would flow in the circuit if each pole of the combination were replaced by a conductor of negligible impedance.

IEV 441-17-01.

3.3.3 *Prospective peak current*

IEV 441-17-02.

3.3.4 *Maximum prospective peak current*

IEV 441-17-04.

3.3.5 *Prospective breaking current*

IEV 441-17-06.

3.3.6 *Breaking current*

IEV 441-17-07.

3.3.7 *Minimum breaking current*

IEV 441-18-29.

3.3.8 *Short-circuit making capacity*

IEV 441-17-10.

3.3.9 *Cut-off current/let-through current (of a fuse)*

IEV 441-17-12.

3.3.10 *Transfer current (striker operation)*

The value of the three-phase symmetrical current at which the fuses and the switch exchange breaking duties: immediately below this value the current in the first pole to clear is interrupted by the fuse and the current in the other two poles by the switch; above this value the three-phase current is interrupted by the fuses only (see also 8.2.4).

3.3.11 *Courant d'intersection (d'un combiné actionné par déclencheur)*

Valeur du courant correspondant à l'intersection des caractéristiques temps-courant de deux dispositifs de protection à maximum de courant (VEI 441-17-16) (voir aussi 8.2.5).

3.3.12 *Courant minimal d'intersection (d'un combiné actionné par déclencheur).*

Voir la figure 12.

Courant déterminé par le point d'intersection des caractéristiques temps-courant du fusible et de l'interrupteur, correspondant à:

- a) la durée de coupure maximale de l'interrupteur plus, s'il y a lieu, la durée de fonctionnement maximale d'un relais à maximum de courant ou d'un relais de terre, externe à l'appareil;
- b) la durée de préarc minimale du fusible.

3.3.13 *Courant maximal d'intersection (d'un combiné actionné par déclencheur).*

Voir la figure 12.

Courant déterminé par le point d'intersection des caractéristiques temps-courant du fusible et de l'interrupteur, correspondant à:

- a) la durée d'ouverture minimale de l'interrupteur provoquée par le déclencheur plus, s'il y a lieu, 0,02 s représentant la durée de fonctionnement minimale d'un relais à maximum de courant ou d'un relais de terre, externe à l'appareil;
- b) la durée de fonctionnement maximale du fusible de courant assigné le plus élevé.

3.3.14 *Puissance de dissipation maximale admissible*

La puissance dissipée par le combiné lorsqu'il est équipé de fusibles de puissance de dissipation maximale et déterminée par les essais d'échauffement (voir annexe A).

3.3.15 *Courant de court-circuit avec fusibles*

VEI 441-17-21.

3.3.16 *Tension appliquée*

VEI 441-17-24.

3.3.17 *Tension de rétablissement*

VEI 441-17-25.

3.3.18 *Tension transitoire de rétablissement (abréviation TTR)*

VEI 441-17-26.

3.3.19 *Tension de rétablissement à fréquence industrielle*

VEI 441-17-27.

NOTE - Cette tension est mesurée après l'ouverture de l'interrupteur.

3.3.11 *Take-over current (of a release-operated combination)*

The current co-ordinate of the intersection between the time-current characteristics of two overcurrent protective devices (IEV 441-17-16) (see also 8.2.5).

3.3.12 *Minimum take-over current (of a release-operated combination)*

See Figure 12.

The current determined by the point of intersection of the time-current characteristics of the fuse and the switch corresponding to:

- a) the maximum break time plus, where applicable, the maximum operating time of an external over-current or earth-fault relay;
- b) the minimum pre-arcing time of the fuse.

3.3.13 *Maximum take-over current (of a release-operated combination)*

See Figure 12.

The current determined by the point of intersection of the time-current characteristics of the fuse and the switch corresponding to:

- a) the minimum release-initiated opening time of the switch plus, where applicable, 0,02 s to represent the minimum operating time of an external over-current or an earth-fault relay;
- b) the maximum operating time of the fuses of highest rated current.

3.3.14 *Maximum acceptable power dissipation*

The power which is dissipated by the combination when fitted with fuses of maximum power dissipation as determined by the temperature-rise tests (see Appendix A).

3.3.15 *Fused short-circuit current*

IEV 441-17-21.

3.3.16 *Applied voltage*

IEV 441-17-24.

3.3.17 *Recovery voltage*

IEV 441-17-25.

3.3.18 *Transient recovery voltage (abbreviation : TRV)*

IEV 441-17-26.

3.3.19 *Power frequency recovery voltage*

IEV 441-17-27.

NOTE - This voltage is measured after the switch has opened.

3.3.20 *Tension transitoire de rétablissement présumée*

VEI 441-17-29.

3.3.21 *Durée d'ouverture (de l'interrupteur) provoquée par le percuteur des fusibles*

L'intervalle de temps compris entre l'instant du début de l'arc dans le fusible jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.

3.3.22 *Durée d'ouverture (de l'interrupteur) provoquée par le déclencheur*

La durée d'ouverture provoquée par le déclencheur est définie, selon la méthode de déclenchement, comme indiqué ci-dessous, tout dispositif de retard faisant partie intégrante de l'interrupteur étant réglé à une valeur spécifiée:

a) Pour un interrupteur déclenché à l'aide d'une forme quelconque d'énergie auxiliaire, la durée d'ouverture provoquée par ce déclencheur est l'intervalle de temps depuis l'instant d'application de la source d'énergie auxiliaire sur le déclencheur, l'interrupteur étant en position fermée, jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.

b) Pour un interrupteur déclenché (autrement que par les percuteurs des fusibles) par le courant du circuit principal sans l'aide d'aucune forme d'énergie auxiliaire, la durée d'ouverture provoquée par le déclencheur est l'intervalle de temps depuis l'instant où l'interrupteur étant en position fermée, le courant dans le circuit principal atteint la valeur de fonctionnement du déclencheur à maximum de courant jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.

3.3.23 *Durée d'ouverture minimale (de l'interrupteur) provoquée par le déclencheur*

Durée d'ouverture provoquée par le déclencheur lorsque le réglage spécifié d'un dispositif de retard quelconque faisant partie intégrante de l'interrupteur est à sa valeur minimale.

3.3.24 *Durée d'ouverture maximale (de l'interrupteur) provoquée par le déclencheur*

Durée d'ouverture provoquée par le déclencheur lorsque le réglage spécifié d'un dispositif de retard quelconque faisant partie intégrante de l'interrupteur est à sa valeur maximale.

3.3.25 *Durée de préarc, durée de fusion (d'un fusible)**

VEI 441-18-21.

3.3.26 *Durée d'arc (d'un fusible)**

VEI 441-17-37.

3.3.27 *Durée de fonctionnement (d'un fusible)**

VEI 441-18-22.

* On peut préciser ces durées en y ajoutant le qualificatif «minimale», «moyenne» ou «maximale» selon que l'on considère les limites inférieure, moyenne ou supérieure, compte tenu des tolérances maximales.

3.3.20 *Prospective transient recovery voltage*

IEV 441-17-29.

3.3.21 *Fuse-initiated opening time (of the switch)*

The time taken from the instant at which arcing in the fuse commences to the instant when the arcing contacts have separated in all poles.

3.3.22 *Release-initiated opening time (of the switch)*

The release-initiated opening time is defined according to the tripping method as stated below with any time-delay device forming an integral part of the switch adjusted to a specified setting:

a) For a switch tripped by any form of auxiliary power, the release-initiated opening time is the interval of time between the instant of energizing the opening release, the switch being in the closed position, and the instant when the arcing contacts have separated in all poles.

b) For a switch tripped (other than by the striker) by a current in the main circuit without the aid of any form of auxiliary power, the release-initiated opening time is the interval of time between the instant at which, the switch being in the closed position, the current in the main circuit reaches the operating value of the over-current release and the instant when the arcing contacts have separated in all poles.

3.3.23 *Minimum release-initiated opening time (of the switch)*

The release-initiated opening time when the specified setting of any time-delay device forming an integral part of the switch is its minimum setting.

3.3.24 *Maximum release-initiated opening time (of the switch)*

The release-initiated opening time when the specified setting of any time-delay device forming an integral part of the switch is its maximum setting.

3.3.25 *Pre-arcing time, melting time (of a fuse)**

IEV 441-18-21.

3.3.26 *Arcing time (of a fuse)**

IEV 441-17-37.

3.3.27 *Operating time (of a fuse)**

IEV 441-18-22.

* The terms may be qualified by prefixing them with "minimum", "mean" or "maximum" depending upon whether the lower, mean or upper limits, allowing for maximum tolerances, are intended.

3.3.28 *Durée de coupure (de l'interrupteur dans un combiné actionné par déclencheur)*

L'intervalle de temps depuis le début de la durée d'ouverture provoquée par le déclencheur de l'interrupteur jusqu'à l'instant final de l'extinction de l'arc dans tous les pôles.

NOTE - On peut préciser cette durée en y ajoutant le qualificatif «minimale» ou «maximale» selon les valeurs considérées pour la durée d'ouverture et la durée d'arc.

3.3.29 *I²t - Intégrale de Joule*

VEI 441-18-23.

4 *Caractéristiques assignées*

La liste des caractéristiques établies dans la CEI 694 est applicable avec les compléments suivants:

- k) Pouvoir de coupure assigné en court-circuit.
- l) Tension transitoire de rétablissement assignée.
- m) Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit.
- n) Courant de transition assigné sur fonctionnement provoqué par percuteur.
- o) Courant d'intersection assigné pour un combiné actionné par déclencheur.

4.1 *Tension assignée*

La CEI 694 est applicable pour des tensions assignées inférieures à 52 kV.

4.2 *Niveau d'isolement assigné*

La CEI 694 est applicable pour des tensions assignées inférieures à 52 kV.

4.3 *Fréquence assignée*

La CEI 694 est applicable.

4.4 *Courant assigné en service continu et échauffement*

4.4.1 *Courant assigné en service continu*

La CEI 694 est applicable.

NOTE - Le courant assigné en service continu s'entend pour le combiné complet interrupteur et fusibles utilisés.

Il est reconnu qu'un combiné peut être équipé de fusibles de types et de courants assignés différents de ceux utilisés lors de l'essai d'échauffement, ce qui peut changer le courant assigné en service continu du combiné. Pour tout cas particulier, le courant assigné en service continu du combiné doit être fixé par le constructeur de ce combiné. Pour plus d'informations se reporter au guide d'application (voir article 8).

4.4.2 *Echauffement*

La CEI 694 est applicable, ainsi que la CEI 282-1 en ce qui concerne les fusibles.

3.3.28 *Break-time (of the switch in a release operated combination)*

The interval of time between the beginning of the release initiated opening time of the switch and the instant of final arc extinction in all poles.

NOTE - The term may be qualified by prefixing it with "minimum" or "maximum" depending upon the opening time and the arcing time used.

3.3.29 *I²t - Joule integral*

IEV 441-18-23.

4 Rating

In addition to the ratings listed in IEC 694 the following ratings apply:

- k) Rated short-circuit breaking current.
- l) Rated transient recovery voltage.
- m) Rated short-circuit making current.
- n) Rated transfer current for striker operation.
- o) Rated take-over current for a release-operated combination.

4.1 *Rated voltage*

IEC 694 for rated voltages below 52 kV applies.

4.2 *Rated insulation level*

IEC 694 for rated voltages below 52 kV applies.

4.3 *Rated frequency*

IEC 694 applies.

4.4 *Rated normal current and temperature rise*

4.4.1 *Rated normal current*

IEC 694 applies.

NOTE - The rated normal current applies to the complete combination of switch and fuses selected.

It is recognized that a combination may be fitted with types and ratings of fuses other than those utilized in the temperature-rise tests and this may change the normal current rating of the combination. For any particular case, the rated normal current of the combination shall be assigned by the switch-fuse manufacturer. For further information see the application guide (see Clause 8).

4.4.2 *Temperature rise*

IEC 694 applies and, as far as fuses are concerned, IEC 282-1.

4.5 *Courant de courte durée admissible assigné*

Ce paragraphe de la CEI 694 n'est pas applicable à la présente norme.

4.6 *Valeur de crête du courant admissible assigné*

Ce paragraphe de la CEI 694 n'est pas applicable à la présente norme.

4.7 *Durée de court-circuit assignée*

Ce paragraphe de la CEI 694 n'est pas applicable à la présente norme.

4.8 *Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires*

La CEI 694 est applicable.

4.9 *Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires*

La CEI 694 est applicable.

4.10 *Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manoeuvre*

La CEI 694 est applicable.

4.101 *Pouvoir de coupure assigné en court-circuit*

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit est le plus grand courant de court-circuit présumé que le combiné est capable de couper, dans les conditions d'utilisation et de fonctionnement fixées dans la présente norme, dans un circuit dont la tension de rétablissement à fréquence industrielle correspond à la tension assignée du combiné et dont la tension transitoire de rétablissement est égale à la valeur assignée spécifiée en 4.102.

Voir aussi la note de 4.103.

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit s'exprime par la valeur efficace de la composante alternative du courant.

Les pouvoirs de coupure assignés sont choisis dans la série R10 comme indiqué ci-dessous.

8 - 10 - 12,5 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 kA

4.102 *Tension transitoire de rétablissement assignée*

La tension transitoire de rétablissement assignée, relative au pouvoir de coupure assigné en court-circuit (selon 4.101) est la tension de référence définissant la limite supérieure de la tension transitoire de rétablissement présumée des circuits que le combiné peut couper en cas de court-circuit.

Pour les réseaux dont les tensions correspondent aux gammes des tableaux I et IA, la tension transitoire de rétablissement présumée a habituellement la forme d'une oscillation

4.5 *Rated short-time withstand current*

This sub-clause in IEC 694 does not apply to this standard.

4.6 *Rated peak withstand current*

This sub-clause in IEC 694 does not apply to this standard.

4.7 *Rated duration of short circuit*

This sub-clause in IEC 694 does not apply to this standard.

4.8 *Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits*

IEC 694 applies.

4.9 *Rated supply frequency of closing and opening devices and auxiliary circuits*

IEC 694 applies.

4.10 *Rated pressure of compressed gas supply for operation*

IEC 694 applies.

4.101 *Rated short-circuit breaking current*

The rated short-circuit breaking current is the highest prospective short-circuit current which the combination shall be capable of breaking under the conditions of use and behaviour prescribed in this standard in a circuit having a power-frequency recovery voltage corresponding to the rated voltage of the combination and having a prospective transient recovery voltage equal to the rated value specified in 4.102.

See also the note under 4.103.

The rated short-circuit breaking current is expressed by the r.m.s. value of its a.c. component.

The rated short-circuit breaking currents shall be selected from the R10 series as follows:

8 - 10 - 12,5 - 16 - 20 - 25 - 31,5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 kA

4.102 *Rated transient recovery voltage*

The rated transient recovery voltage related to the rated short-circuit breaking current (in accordance with 4.101) is the reference voltage which constitutes the upper limit of the prospective transient recovery voltage of circuits which the combination shall be capable of breaking in the event of a short circuit.

For systems with voltages in the range given in Tables I and IA, the prospective transient recovery voltage usually has the form of a damped, single frequency oscillation, or an

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 (voir figure 2).

Tableau I - Valeurs normales de la TTR assignée

(Basé sur la pratique en Europe)

Tension assignée	Valeur de crête de la TTR	Temps	Retard	Tension	Temps	Vitesse d'accroissement
U	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	2,1	19	0,15
7,2	12,3	52	8	4,1	25	0,24
12	20,6	60	9	6,9	29	0,34
17,5	30	72	11	10	35	0,42
24	41	88	13	14	42	0,47
36	62	108	16	21	52	0,57
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$; $u' = 1/3 u_c$; $t_d = 0,15 t_3$						

Tableau IA - Valeurs normales de la TTR assignée

(Basé sur la pratique aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada)

Tension assignée	Valeur de crête de la TTR	Temps	Retard	Tension	Temps	Vitesse d'accroissement
U	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c / t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV / μs
2,8	4,8	37	5,6	1,6	17,9	0,130
5,5	9,4	46	6,9	3,1	22,2	0,205
8,3	14,2	54	8,1	4,7	26,1	0,264
15	25,7	66	9,9	8,6	31,9	0,390
15,5	26,6	67	10,1	8,9	32,4	0,397
27	46,3	93	14,0	15,4	44,9	0,498
38	65,2	111	16,7	21,7	53,6	0,587
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$; $u' = 1/3 u_c$; $t_d = 0,15 t_3$						

NOTE - On utilise les paramètres suivants pour la représentation des TTR assignées par des tracés de référence à deux paramètres (voir figure 1):

u_c = tension de référence (valeur de crête de la TTR) en kV;

t_3 = temps mis pour atteindre la tension u_c en μs .

approximation to such a form. This wave-form is adequately described by an envelope consisting of two line segments defined by two parameters (see Figure 2).

Table I - Standard values of rated TRV

(Based on practice in Europe)

Rated voltage	TRV peak value	Time co-ordinate	Time delay	Voltage co-ordinate	Time co-ordinate	Rate of rise
U	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	2,1	19	0,15
7,2	12,3	52	8	4,1	25	0,24
12	20,6	60	9	6,9	29	0,34
17,5	30	72	11	10	35	0,42
24	41	88	13	14	42	0,47
36	62	108	16	21	52	0,57
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$; $u' = 1/3 u_c$; $t_d = 0,15 t_3$						

Table IA - Standard values of rated TRV

(Based on practice in the United States of America and Canada)

Rated voltage	TRV peak value	Time co-ordinate	Time delay	Voltage co-ordinate	Time co-ordinate	Rate of rise
U	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c / t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV / μs
2,8	4,8	37	5,6	1,6	17,9	0,130
5,5	9,4	46	6,9	3,1	22,2	0,205
8,3	14,2	54	8,1	4,7	26,1	0,264
15	25,7	66	9,9	8,6	31,9	0,390
15,5	26,6	67	10,1	8,9	32,4	0,397
27	46,3	93	14,0	15,4	44,9	0,498
38	65,2	111	16,7	21,7	53,6	0,587
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$; $u' = 1/3 u_c$; $t_d = 0,15 t_3$						

NOTE - The following parameters are used for the representation of rated TRV by two-parameter reference lines (see Figure 1):

u_c = reference voltage (TRV peak value) in kV;

t_3 = time in μs to voltage u_c

4.103 *Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit*

Le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit est la valeur maximale de crête du courant présumé que le combiné est capable d'établir, dans les conditions d'utilisation et de comportement définis dans la présente norme, dans un circuit dont la tension à fréquence industrielle correspond à la tension assignée du combiné. Il est égal à 2,5 fois la valeur efficace du pouvoir de coupure assignée en court-circuit.

NOTE - Il est reconnu que l'impédance série du combiné ou le fonctionnement rapide des fusibles ou de l'interrupteur peut provoquer l'un des deux ou les deux effets suivants:

a) La réduction du courant de court-circuit à une valeur notablement plus faible que celle qu'il atteindrait autrement.

b) Un fonctionnement suffisamment rapide pour déformer l'onde du courant de court-circuit.

C'est pourquoi on utilise le terme «courant présumé» pour définir les performances de fermeture et de coupure.

4.104 *Courant de transition assigné (sur fonctionnement provoqué par percuteur)*

La valeur du courant triphasé symétrique du circuit d'essai utilisé pour la série d'essais 4.

NOTE - Le courant réel coupé par l'interrupteur pendant la série d'essais 4 est un courant biphasé au moins égal à $\sqrt{3}/2$ soit 87 % du courant de transition assigné, car un des pôles du combiné est, soit équipé d'un fusible qui coupe le courant de ce pôle, soit ouvert.

4.105 *Courant d'intersection assigné pour combinés actionnés par déclencheur*

La valeur du courant triphasé symétrique utilisé pour la série d'essais 5.

5 *Conception et construction*

5.1 *Exigences pour les liquides utilisés dans les combinés interrupteurs-fusibles*

La CEI 694 est applicable.

5.2 *Exigences pour les gaz utilisés dans les combinés interrupteurs-fusibles*

La CEI 694 est applicable.

5.3 *Raccordement à la terre des combinés interrupteurs-fusibles*

La CEI 694 est applicable.

5.4 *Equipements auxiliaires*

La CEI 694 est applicable.

5.5 *Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure*

Les organes de fermeture à manoeuvre dépendante ne sont pas autorisés.

5.6 *Fermeture à accumulation d'énergie*

La CEI 694 est applicable.

4.103 *Rated short-circuit making current*

The rated short-circuit making current is the highest prospective peak current which the combination shall be capable of making under the conditions of use and behaviour defined in this standard in a circuit having a power-frequency voltage corresponding to the rated voltage of the combination. It shall be 2,5 times the value of the rated short-circuit breaking current.

NOTE - It is recognized that the series impedance of the combination or rapid operation of the fuses or switch may cause one or both of the following effects:

a) A reduction of short-circuit current to a value appreciably below that which would otherwise be reached.

b) Such rapid operation that the short-circuit current wave is distorted from its normal form.

This is why the term "prospective current" is used when assessing breaking and making performances.

4.104 *Rated transfer current (striker operation)*

The value of the three-phase symmetrical current in the test circuit used for test duty 4.

NOTE - The actual current broken by the switch during test duty 4 is two-phase and at least equal to $\sqrt{3}/2$, i.e. 87 % of the rated transfer current, because one pole is either fitted with a fuse which clears this pole or open-circuited.

4.105 *Rated take-over current for release-operated combinations*

The value of the three-phase symmetrical current used for test duty 5.

5 *Design and construction*

5.1 *Requirements for liquids in switch-fuse combinations*

IEC 694 applies.

5.2 *Requirements for gases in switch-fuse combinations*

IEC 694 applies.

5.3 *Earthing of switch-fuse combinations*

IEC 694 applies.

5.4 *Auxiliary equipment*

IEC 694 applies.

5.5 *Dependent power closing*

Closing mechanisms for dependent manual closing are not allowed.

5.6 *Stored energy closing*

IEC 694 applies.

5.7 Fonctionnement des déclencheurs

La CEI 694 est applicable.

5.8 Verrouillage à basse et à haute pression

La CEI 694 est applicable.

5.9 Plaques signalétiques

La CEI 694 est applicable avec le complément suivant:

La plaque signalétique d'un combiné interrupteur-fusibles doit contenir les renseignements indiqués au tableau II.

Tableau II - Plaques signalétiques

	Abréviation	Unité	Combiné	Dispositif de commande	Condition: inscription seulement si indépendant du combiné et/ou constructeurs différents
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Constructeur			X	Y	
Désignation de type			X	Y	
Numéro de série			X	(Y)	
Numéro et édition de cette norme			X X		
Tension assignée	U	kV	X		
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	U_w	kV	X		
Fréquence assignée	f	Hz	Y		Différent de 50 Hz et 60 Hz
Courant assigné maximal avec fusibles Type Constructeur	$I_{n, max}$	A	X		
Type de percuteur des fusibles (énergie fournie)		Moyen ou Fort	X		
Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour la manoeuvre	p_{op}	MPa		Y	Applicable
Tension assignée d'alimentation des circuits auxiliaires	U_a	V		Y	Applicable
Année de fabrication			X		
Classe de température			Y		Différent de –5 °C pour intérieur –25 °C pour extérieur

5.7 Operation of releases

IEC 694 applies.

5.8 Low and high pressure interlocking devices

IEC 694 applies.

5.9 Nameplates

IEC 694 applies with the following addition:

The nameplate of a switch-fuse combination shall contain information according to Table II.

Table II - Nameplate markings

(1)	Abbreviation (2)	Unit (3)	Switch-fuse combination (4)	Operating device (5)	Condition: marking required only if not integral with the combination and/or manufacturers are different (6)
Manufacturer			X	Y	
Type designation			X	Y	
Serial number			X	(Y)	
Number and edition of this standard			X X		
Rated voltage	U	kV	X		
Rated lightning impulse withstand voltage	U_w	kV	X		
Rated frequency	f	Hz	Y		Different from 50 Hz and 60 Hz
Maximum rated normal current with fuses Type Manufacturer	$I_{n, max}$	A	X		
Type of fuse striker (energy output)		Medium or Heavy	X		
Rated gas pressure for operation	P_{op}	MPa		Y	Applicable
Rated supply voltage of auxiliary circuits	U_a	V		Y	Applicable
Year of manufacture			X		
Temperature class			Y		Different from -5 °C indoor -25 °C outdoor

X L'inscription de ces valeurs est obligatoire; les cases vides correspondent à des valeurs nulles.

Y L'inscription de ces valeurs est obligatoire et dépend des conditions figurant à la colonne (6).

(Y) L'inscription de ces valeurs est facultative et dépend des conditions figurant à la colonne (6).

NOTE - Les abréviations de la colonne (2) peuvent être utilisées à la place des termes de la colonne (1). Lorsque les termes de la colonne (1) sont employés, il n'est pas nécessaire de faire apparaître le mot «assigné».

5.101 *Combinés*

Les combinés interrupteurs-fusibles doivent être conçus de manière à pouvoir couper, sous la tension de rétablissement assignée, tout courant jusqu'à et y compris le pouvoir de coupure assigné en court-circuit.

Les combinés interrupteurs-fusibles doivent être conçus de manière à pouvoir fermer, sous la tension assignée, les circuits dont le courant de court-circuit atteint le pouvoir de coupure assigné en court-circuit.

5.102 *Interrupteurs utilisés seulement dans des combinés*

Un interrupteur qui n'est prévu que pour être utilisé en combiné doit satisfaire aux essais suivants:

- L'essai d'endurance mécanique selon 6.102 de la CEI 265-1.
- Les séries d'essais de coupure 1, 3 et 4 selon 6.101 de la CEI 265-1.
- L'essai de vérification du pouvoir de fermeture selon 5.103 de la présente norme.

Son pouvoir de coupure de charge principalement active doit être supérieur ou égal au courant maximal assigné en service continu du combiné.

NOTE - L'interrupteur n'a pas à satisfaire aux exigences de tenue au courant de courte durée admissible.

5.103 *Pouvoir de fermeture de l'interrupteur*

L'interrupteur doit pouvoir établir un courant égal au courant coupé limité le plus élevé des fusibles prévus pour être utilisés dans le combiné.

5.104 *Tringlages de liaison entre le ou les percuteurs des fusibles et le déclencheur de l'interrupteur*

Les tringlages entre les percuteurs des fusibles et le déclencheur de l'interrupteur doivent être conçus de telle sorte que l'interrupteur fonctionne convenablement, aussi bien en triphasé qu'en monophasé, aux valeurs minimale et maximale d'un type de percuteur donné (moyen ou fort) indépendamment du mode de fonctionnement de ce percuteur (à ressort ou à charge explosive). On trouvera en 18.13 de la CEI 282-1 les caractéristiques des percuteurs.

X The marking of these values is mandatory; blank spaces indicate zero values.

Y The marking of these values is mandatory, subject to the conditions in column (6).

(Y) The marking of these values is optional and subject to the conditions in column (6).

NOTE - The abbreviations in column (2) may be used instead of the terms in column (1). When the terms in column (1) are used, the word "rated" need not appear.

5.101 Combinations

Switch-fuse combinations shall be designed so as to be capable of breaking, at the assigned recovery voltage, any current up to and including the rated short-circuit breaking current.

Switch-fuse combinations shall be designed so as to be capable of making, at the rated voltage, circuits to which the rated short-circuit breaking current applies.

5.102 Switches used only in combinations

A switch intended only for use in a combination shall meet the following test requirements:

- Mechanical endurance test according to 6.102 of IEC 265-1.
- Breaking test duties 1, 3 and 4 according to 6.101 of IEC 265-1.
- Short-circuit current making tests according to 5.103 of this standard.

The mainly active load breaking capacity shall be greater than, or equal to, the maximum rated normal current for the combination.

NOTE - Compliance with short-time withstand current requirements is not needed.

5.103 Short-circuit making current of the switch

The switch shall be capable of making the highest cut-off current of the fuses intended for use in the combination.

5.104 Linkages between the fuse striker(s) and the switch release

The linkages between the fuse striker(s) and the switch release shall be such that the switch operates satisfactorily under both three-phase and single-phase conditions at the minimum and maximum requirements of a given type of striker (medium or heavy) irrespective of the method of striker operation (spring or explosive). The requirements for strikers are given in 18.13 of IEC 282-1.

5.105 *Indicateur de position*

S'il est prévu un indicateur de position, il doit toujours indiquer fidèlement la position de l'interrupteur.

NOTE - Voir en 5.104.2 de la CEI 265-1.

6 Essais de type

Les essais prévus dans la CEI 694 sont applicables en y ajoutant:

- des essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure (voir 6.103 de la présente norme);
- des essais du mécanisme (voir 6.106 de la présente norme).

Il est entendu que l'interrupteur du combiné a été essayé en tant que constituant individuel en conformité avec la CEI 265-1 (voir 5.102 de la présente norme). De plus il est entendu que les fusibles ont été essayés selon les exigences de la CEI 282-1.

Ainsi, pour les combinés, trois groupes d'essais sont effectués:

- a) Essais de l'interrupteur suivant la CEI 265-1; ces essais peuvent être effectués sur un autre combiné que celui utilisé pour les essais c).
- b) Essais des fusibles suivant la CEI 282-1.
- c) Essai du combiné suivant la présente norme.

Dans le cas de fusibles-interrupteurs, les essais de la CEI 265-1 (voir 5.102 de la présente norme) et les essais décrits en 6.103.4 et 6.103.5 de la présente norme doivent être effectués après avoir remplacé, comme il a été spécifié, les fusibles par des connexions rigides de mêmes forme, dimension et masse que ces fusibles.

Le combiné soumis à l'essai doit être:

- 1) conforme aux dessins du type pour tous les détails essentiels;
- 2) neuf, avec des pièces de contact propres, et équipé des fusibles appropriés;
- 3) équipé, s'il fonctionne avec déclencheur, de relais ou déclencheurs à maximum de courant du plus faible courant assigné qui puisse être associé aux fusibles.

La responsabilité du constructeur est limitée aux valeurs spécifiées et n'est pas engagée par les valeurs obtenues au cours des essais de type.

6.1 *Essais diélectriques*

La CEI 694 est applicable avec les compléments suivants:

Les essais diélectriques doivent être effectués avec les fusibles donnant les conditions d'essais les plus sévères. Les essais de décharges partielles suivant 6.1.9 de la CEI 694 ne sont normalement pas exigés. Toutefois pour des combinés comprenant des constituants pour lesquels il existe une norme particulière de la CEI comportant le mesurage des décharges partielles (par exemple les traversées, voir la CEI 137), le constructeur doit fournir la preuve que ces constituants ont bien subi les essais de décharges partielles spécifiés dans la norme particulière de la CEI.

5.105 *Indication of position*

When an indication device is fitted, it shall always correctly indicate the position of the switch.

NOTE - See 5.104.2 of IEC 265-1.

6 Type tests

IEC 694 applies with the following additions:

- making and breaking tests (see 6.103 of this standard);
- tests on the mechanism (see 6.106 of this standard).

It is understood that the switch in the combination will have been tested as an individual component for compliance with IEC 265-1 (see 5.102 of this standard). Further, it is understood that the fuses will have been tested to the requirements of IEC 282-1.

Thus, for combinations, three groups of tests are involved:

- a) Tests on the switch in accordance with IEC 265-1; these tests may be done on a combination other than that used for tests c).
- b) Tests on the fuse in accordance with IEC 282-1.
- c) Tests on the combination in accordance with this standard.

In the case of a fuse switch, the tests of IEC 265-1 (see 5.102 of this standard) and the tests of 6.103.4 and 6.103.5 of this standard shall be carried out after replacing, as specified, the fuses with solid links of the same shape, dimension and mass as that of the fuses.

The combination submitted for test shall:

- 1) conform in all essential details to drawings of its type;
- 2) be in new condition with clean contact parts and fitted with the appropriate fuses;
- 3) when release-operated, be equipped with over-current relays or releases of the lowest normal current rating associated with the fuses.

The responsibility of the manufacturer is limited to the specified values and not by the values obtained during the type tests.

6.1 *Dielectric tests*

IEC 694 applies with the following additions:

The dielectric tests shall be made with fuses giving the most onerous dielectric conditions fitted. Partial discharge tests according to 6.1.9 of IEC 694 are normally not required. However, in the case of combinations using components for which a relevant IEC standard exists including partial discharge measurements (e.g. bushings, see IEC 137), evidence shall be produced by the manufacturer showing that these components have passed the partial discharge tests as specified by the relevant IEC standard.

6.2 Essais de tension de perturbation radioélectrique

Les essais de tension de perturbation radioélectrique ne sont pas exigés.

6.3 Essais d'échauffement

La CEI 694 est applicable.

L'essai est effectué au courant assigné en service continu du combiné, celui-ci étant équipé de fusibles du plus grand courant assigné ou de la plus grande puissance dissipée. Les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans la CEI 282-1 pour les fusibles et dans la CEI 694 pour les autres parties du combiné.

On doit relever les caractéristiques suivantes des fusibles ayant servi aux essais:

- a) constructeur et type;
- b) tension et courant assignés;
- c) résistance interne;
- d) puissance dissipée (mesurée suivant les prescriptions de la CEI 282-1).

Si les fusibles sont enfermés dans un compartiment, on note la puissance dissipée à la fin de l'essai d'échauffement, celle-ci correspond à la puissance de dissipation maximale admissible.

6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal

La CEI 694 est applicable.

NOTE - On peut utiliser à la place des fusibles des connexions rigides d'impédance négligeable. On relèvera cependant leur résistance.

6.5 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible

Ce paragraphe de la CEI 694 n'est pas applicable à la présente norme.

6.101 Essais d'établissement, de coupure et caractéristiques

6.101.0 Généralités

En principe, les essais énumérés en 6.103 (essais d'établissement et de coupure) ne vérifient que les caractéristiques du combiné particulier, composé de l'interrupteur et des fusibles, réellement essayé. Cependant, on reconnaît qu'il est pratiquement impossible:

- a) d'essayer un interrupteur-fusibles donné avec chaque type de fusibles;
- b) de répéter les essais du combiné chaque fois qu'on apporte des modifications à la conception des fusibles essayés initialement.

Ainsi, on peut admettre que des variantes de combinés non essayées ou partiellement essayées, formées d'un interrupteur et de fusibles différents, satisfont à la présente norme pourvu que les conditions suivantes soient remplies (voir aussi le guide d'application (article 8)):

- 1) que chaque composant, interrupteur ou fusible, ait été qualifié selon sa norme (respectivement CEI 265-1 ou 282-1);

6.2 *Radio interference voltage (r.i.v.) tests*

Radio interference voltage tests are not required.

6.3 *Temperature-rise tests*

IEC 694 applies.

The test shall be carried out at the rated normal current of the combination when fitted with fuses of the highest current rating and/or power dissipation. The temperature rises of the various parts of the combination shall not exceed the values specified in IEC 282-1 for the fuses and IEC 694 for the other parts of the combination.

The following characteristics of the fuses used for the test shall be recorded:

- a) manufacturer and type;
- b) rated voltage and rated current;
- c) internal resistance;
- d) power dissipation (measured according to the prescriptions of IEC 282-1).

If the fuses are in an enclosure, the power dissipation at the end of the temperature-rise test is the maximum acceptable power dissipation of the combination and shall be recorded.

6.4 *Measurement of the resistance of the main circuit*

IEC 694 applies.

NOTE - Solid links of negligible resistance may be used instead of fuses but the resistance of the links shall be recorded.

6.5 *Short-time withstand current and peak withstand current tests*

This sub-clause in IEC 694 does not apply to this standard.

6.101 *Making and breaking tests and performance*

6.101.0 *General*

In principle, the tests detailed in 6.103 (making and breaking tests) verify only the performance of the particular combination of switch and fuses actually tested. However, it is recognized that it may well be impractical to:

- a) test a given switch-fuse combination with every type of fuse;
- b) repeat combination tests whenever alterations are made in the design of the originally tested fuses.

Therefore, compliance with this standard may also be deemed to apply for alternative untested or partially tested combinations of switch and fuses provided that the following conditions are met (see the application guide (Clause 8)):

- 1) any switch and fuse considered shall comply with their respective standards as far as applicable (IEC 265-1 and IEC 282-1 respectively);

- 2) que le même type de percuteur, c'est-à-dire moyen ou fort en accord avec la définition de la CEI 282-1, équipe les fusibles;
- 3) que les tringlages entre les percuteurs des fusibles et le déclencheur de l'interrupteur satisfassent aux exigences de 5.104;
- 4) que les fusibles de ces variantes satisfassent aux exigences spécifiées en 6.101.0.1, 6.101.0.2 et 6.101.0.3.

6.101.0.1 Condition complémentaire pour la série d'essais 1 seulement

Les essais réalisés selon la présente norme sur un combiné interrupteur-fusibles équipé de fusibles d'un type donné sont considérés comme valables lorsque le combiné est équipé de fusibles d'un autre type pourvu que le courant coupé limité et le I^2t de fonctionnement de ces nouveaux fusibles, déterminés lors de la série d'essais 1 de la CEI 282-1, ne soient pas plus grands que ceux des fusibles essayés avec le combiné dans les mêmes conditions.

6.101.0.2 Condition complémentaire pour la série d'essais 2 seulement

Les essais réalisés selon la présente norme sur un combiné interrupteur-fusibles équipé de fusibles d'un type donné sont considérés comme valables lorsque le combiné est équipé de fusibles d'un autre type pourvu que le I^2t de fonctionnement de ces nouveaux fusibles, déterminé lors de la série d'essais 2 de la CEI 282-1, ne soient pas plus grands que ceux des fusibles essayés avec le combiné dans les mêmes conditions.

Lorsque le ou les fusibles essayés avec le combiné lors de la série d'essais 1 de la présente norme ont des valeurs annoncées de I^2t pour la série d'essais 1 de la CEI 282-1, plus élevées que celles annoncées pour la série d'essais 2 de cette même publication, il n'est alors pas nécessaire d'effectuer la série d'essais 2 de la présente norme.

Sont également exemptés de la série d'essais 2 de la présente norme les combinés dont l'interrupteur exécute sa course complète de fermeture avant de s'ouvrir sous l'action des percuteurs, et qui de plus a été soumis conformément à la CEI 265-1 à deux essais d'établissement à une valeur crête de courant au moins égale à 2,5 fois le courant I_2 , ainsi qu'à un essai de courte durée sous un courant au moins égal au courant I_2 pendant un temps au moins égal à 0,1 s (I_2 étant le courant de court-circuit présumé pour la série d'essais 2 de la CEI 282-1).

6.101.0.3 Condition complémentaire pour la série d'essais 3 seulement

Cette série d'essais n'est pas obligatoire pourvu que les constructeurs respectifs des fusibles et de l'interrupteur prouvent que le fonctionnement du combiné est satisfaisant pour de faibles courants de défauts selon les indications des alinéas a) ou b) ci-après:

a) Cette preuve est établie par les trois informations suivantes:

- 1) Le constructeur des fusibles indique la valeur de la durée d'arc maximale pendant laquelle le fusible peut supporter sans dommage externe une valeur de courant juste inférieure à celle correspondant au courant minimal de coupure (se reporter au premier alinéa de 6.105).

En principe, cette valeur de courant se situe dans la plage de 70 % à 90 % de la valeur théorique calculée du courant minimal de coupure. La valeur de la durée d'arc tenue est mesurée à partir du début de l'arc jusqu'à l'instant où des dommages externes commencent à apparaître sur le fusible.

- 2) the same type of striker must be fitted i.e. medium or heavy in accordance with IEC 282-1;
- 3) requirements for linkages between fuse-strikers and switch release, as stated in 5.104, are met;
- 4) the requirements for the alternative type of fuse stated in 6.101.0.1, 6.101.0.2 and 6.101.0.3 are met.

6.101.0.1 Additional conditions for test duty 1 only

Tests to this standard on a switch-fuse combination fitted with fuses of a particular type are deemed valid if fuses of an alternative type are fitted provided that the cut-off current and operating I^2t of the alternative type, as established by test duty 1 of IEC 282-1, are not greater than those of the tested type similarly established.

6.101.0.2 Additional condition for test duty 2 only

Tests to this standard on a switch-fuse combination fitted with fuses of a particular type are deemed valid if fuses of an alternative type are fitted provided that the operating I^2t of the alternative type, as established by test duty 2 of IEC 282-1, is not greater than that of the tested type similarly established.

Where the fuse or fuses tested in the combination to test duty 1 of this standard have a higher published value of I^2t under test duty 1 of IEC 282-1 than under test duty 2, then test duty 2 of this standard may be omitted.

Exempted from test duty 2 of this standard are combinations in which the switch closes fully home before opening under the action of the fuse striker and has been subjected, under IEC 265-1 conditions, to two make tests at a peak current of a value not less than 2,5 times I_2 and a short-time test for a duration of not less than 0,1 s at a current of a value not less than I_2 (i.e. the prospective short-circuit current for test duty 2 of IEC 282-1).

6.101.0.3 Additional condition for test duty 3 only

Test duty 3 is not mandatory provided that the manufacturers of the fuse and the switch respectively can produce evidence to show that the combination will perform satisfactorily under low over-current conditions, either by a) or b) below:

- a) Such evidence, which must cover the following three items, is produced by:

- 1) The fuse manufacturer providing a value for the maximum length of arcing time for which the fuse can withstand a value of current just below its minimum breaking current without external damage (refer to the first paragraph of 6.105).

In principle, this value of current shall be in the range 70 % to 90 % of the calculated theoretical minimum breaking current. The value of the arcing withstand time is measured from the commencement of arcing until the instant when external damage to the fuse begins to occur.

En variante, le constructeur des fusibles peut indiquer comme valeur de durée d'arc maximale celle enregistrée lors de l'essai de type du fusible pour la série d'essais 3 de la CEI 282-1, cette valeur étant inférieure à la durée d'arc que le fusible peut supporter, telle que déterminée ci-dessus.

2) Le constructeur de l'interrupteur-fusibles démontre que la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par le percuteur des fusibles est plus petite que la durée d'arc tenue par les fusibles définie en 1) ci-dessus (voir 8.2.3).

3) Le constructeur des fusibles démontre que le fusible considéré peut supporter sans dommage externe un essai en basse tension sous un courant correspondant à une durée de préarc au moins égale à 20 min (se reporter au premier alinéa de 6.105).

b) Cette preuve est également établie lorsque le constructeur des fusibles peut démontrer que les essais des fusibles utilisés dans le combiné ont été satisfaisants pour toute valeur de courant depuis le pouvoir de coupure assigné jusqu'au courant minimal de fusion (c'est-à-dire pour les fusibles dits à coupure intégrale). Dans ce cas la condition portant sur le temps d'ouverture de l'interrupteur sous l'action du percuteur importe peu et on n'effectue pas la série d'essais 3.

6.101.0.4 Condition complémentaire pour la série d'essais 4 seulement

Il n'est pas nécessaire d'effectuer la série d'essais 4 dans le cas des combinés actionnés par déclencheur si le courant d'intersection est supérieur ou égal au courant de transition.

6.101.1 Etat du combiné avant les essais

Le combiné à essayer doit être monté complet sur son propre support ou sur un support équivalent. Son dispositif de commande doit fonctionner dans les conditions spécifiées et, en particulier, si ce dispositif est à commande électrique ou pneumatique, il est alimenté sous la tension minimale ou sous la pression de gaz minimale comme spécifié en 4.8 et 4.10 de la CEI 694, à moins que l'arrachement du courant n'influence les résultats d'essais, auquel cas le combiné doit être alimenté à une tension ou à une pression de gaz comprise dans les tolérances spécifiées en 4.8 et 4.10 de la CEI 694, choisie de manière à obtenir la plus grande vitesse des contacts au moment de leur séparation et l'efficacité maximale du milieu extincteur.

On doit vérifier que le combiné fonctionne correctement à vide lorsque les conditions ci-dessus sont remplies. La course des contacts mobiles est enregistrée si possible.

Les combinés à commande manuelle indépendante peuvent être actionnés par un dispositif permettant de les commander à distance.

Le choix du côté à mettre sous tension doit être considéré avec soin. Lorsque le combiné est prévu pour être alimenté de n'importe quel côté et que la géométrie d'un côté de la coupure ou des coupures du combiné diffère de celle qui existe de l'autre côté, le côté sous tension du circuit d'essai doit être raccordé au combiné du côté donnant les conditions les plus sévères. En cas de doute, la série d'essais doit être répétée en inversant les connexions d'alimentation, mais, pour les séries d'essais comportant des essais identiques, un essai doit être effectué avec un des côtés sous tension et le ou les essai(s) suivant(s) avec l'autre côté sous tension.

Alternatively, the fuse manufacturer providing a value for the maximum length of arcing time as recorded for the given fuse type on test duty 3 of IEC 282-1, this being a lower value than the fuse arcing withstand time as given above.

2) The switch-fuse manufacturer showing that the fuse-initiated opening time of the switch is less than the fuse arcing time as given in 1) above (see 8.2.3).

3) The fuse manufacturer providing evidence to show that the given fuse will withstand a low-voltage test at a current of a value giving a pre-arcing time of at least 20 min duration without external damage (refer to the first paragraph of 6.105).

b) Where the fuse manufacturer can show that the fuse has been satisfactorily proven at all values of breaking current from the rated value down to the value equivalent to the minimum melting current of the fuse in the combination (i.e. so called full range fuses) then the fuse-initiated opening time of the switch-fuse combination is deemed not relevant and test duty 3 may be omitted.

6.101.0.4 *Additional condition for test duty 4 only*

test duty 4 may be omitted in the case of release-operated combinations if the take-over current is equal to or higher than the transfer current.

6.101.1 *Condition of the combination before tests*

The combination under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. Its operating device shall be operated in the manner specified and, in particular, if it is electrically or pneumatically operated, it shall be operated at the minimum voltage or gas pressure respectively as specified in 4.8 and 4.10 of IEC 694, unless current chopping influences the test results. In the latter case, the combination shall be operated at a voltage or gas pressure within the tolerances specified for 4.8 and 4.10 of IEC 694, chosen so as to obtain the highest contact speed at contact separation and maximum arc extinguishing properties.

It shall be shown that the combination will operate satisfactorily under the above conditions on no-load. The travel of the moving contacts shall be recorded if possible.

Combinations with independent manual operation may be operated by an arrangement provided for the purpose of making remote control possible.

Due consideration shall be given to the choice of the live side connections. When the combination is intended for power supply from either side and the physical arrangement of one side of the break or breaks of the combination differs from that of the other side, the live side of the test circuit shall be connected to that side of the combination which gives the more onerous condition. In case of doubt, the test duty shall be repeated with the supply connections reversed, but for test duties comprising identical tests, one test shall be made with the supply connected to one side and the following test(s) with the supply connected to the other side.

Les essais exécutés sur le combiné doivent être effectués avec les fusibles du plus fort courant assigné ou de la plus grande valeur de I^2t de fonctionnement indiqué par le constructeur, et prévus pour être utilisés dans le combiné. Pour les combinés actionnés par déclencheur, les relais ou déclencheurs à maximum de courant (s'il y en a) doivent avoir le plus faible courant assigné qui puisse être associé à ces fusibles. Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués à la température de l'air ambiant et sans charge préalable.

6.101.2 *Fréquence d'essai*

Les combinés sont en principe essayés à la fréquence assignée avec une tolérance de $\pm 10\%$. Cependant, par commodité d'essai, des écarts à cette tolérance sont admis; ainsi, lorsque des combinés de fréquence assignée de 50 Hz sont essayés à une fréquence de 60 Hz et inversement, il convient d'être prudent dans l'interprétation des résultats, prenant en considération tous les éléments significatifs tels que le type du combiné et le type d'essais effectué.

NOTE - Dans quelques cas les caractéristiques assignées d'un combiné utilisé à 60 Hz peuvent être différentes de ses caractéristiques assignées à 50 Hz.

6.101.3 *Facteur de puissance*

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être déterminé soit par calcul à partir des constantes du circuit, soit par mesurage et doit être pris comme la moyenne des facteurs de puissance de chaque phase.

Pendant les essais, la valeur moyenne doit correspondre aux valeurs données en 6.103.1, 6.103.2, 6.103.3, 6.103.4 et 6.103.5.

6.101.4 *Disposition des circuits d'essais*

Pour les séries d'essais 1 et 2, le combiné est relié de préférence à un circuit ayant le point neutre de l'alimentation isolé et le point neutre du court-circuit triphasé à la terre, comme indiqué à la figure 3 a). Si le point neutre de l'alimentation ne peut pas être isolé, il doit être alors relié à la terre et le point neutre du court-circuit triphasé doit être isolé comme indiqué à la figure 3 b).

Pour la série d'essais 3, le combiné doit être raccordé à un circuit monophasé comme indiqué aux figures 4 a) et 4 b).

Pour les séries d'essais 4 et 5, le combiné doit être raccordé à un circuit comme indiqué aux figures 5 a) et 5 b).

Pour les combinés donnant lieu à une émission de flammes ou de particules métalliques, les essais doivent être faits en plaçant des écrans métalliques au voisinage des parties sous tension et séparés de celles-ci par une distance dans l'air que le constructeur doit spécifier.

Les écrans, châssis ou autres parties normalement mises à la terre doivent être isolés de la terre mais reliés à elle par un dispositif convenable permettant de déceler un courant de fuite à la terre.

The tests performed on the combination shall be made with fuses having the highest rated current and/or operating I^2t value declared by the manufacturer as suitable for use in the combination. For release-operated combinations, over-current relays or releases (where fitted) shall be of the lowest normal current rating associated with these fuses. The tests shall be carried out at the ambient temperature and without previous loading unless otherwise specified.

6.101.2 Test frequency

Combinations shall, in principle, be tested at rated frequency with a tolerance of $\pm 10\%$. However, for convenience of testing, some deviations from the above tolerance are allowable; for example, when combinations rated at 50 Hz are tested at 60 Hz and vice versa, care should be exercised in the interpretation of the results, taking into account all significant facts such as the type of the combination and the type of tests performed.

NOTE - In some cases, the rated characteristics of a combination when used on a 60 Hz system may be different from its rated characteristics when used on a 50 Hz system.

6.101.3 Power factor

The power factor of the test circuit shall be determined by calculation from the circuit constants or by measurement and shall be taken as the average of the power factors in each phase.

During the tests, the average value shall conform to the values given in 6.103.1, 6.103.2, 6.103.3, 6.103.4 and 6.103.5.

6.101.4 Arrangement of test circuits

For test duties 1 and 2, the combination shall preferably be connected in a circuit having the neutral point of the supply isolated and the neutral point of the three-phase short circuit earthed, as shown in Figure 3 a). When the neutral point of the test supply cannot be isolated, it shall be earthed and the three-phase short-circuit point shall be isolated as shown in Figure 3 b).

For test duty 3 the combination shall be connected in a single-phase circuit as shown in Figures 4 a) and 4 b).

For test duties 4 and 5 the combination shall be connected in a circuit as shown in Figures 5 a) and 5 b).

For combinations producing an emission of flame or metallic particles, the tests shall be made with metallic screens placed in the vicinity of the live parts, separated from them by a clearance distance which the manufacturer shall specify.

The screens, frame and other normally earthed parts shall be insulated from earth but connected thereto by a suitable device to indicate leakage current to earth.

6.102 *Grandeurs applicables aux essais d'établissement et de coupure**

6.102.1 *Tension d'essai pour les essais de coupure*

La tension d'essai est la moyenne des tensions entre phases mesurées au niveau du combiné, immédiatement après la coupure.

La tension doit être mesurée aussi près que possible des bornes de l'interrupteur, c'est-à-dire sans impédance appréciable entre le point de mesure et les bornes.

Dans le cas d'essais triphasés, la tension d'essai doit avoir une valeur aussi proche que possible de la tension assignée du combiné.

La tolérance sur la tension d'essai est de $\pm 5\%$ de la valeur spécifiée.

6.102.2 *Mesurage de la tension de rétablissement à fréquence industrielle*

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue pendant un temps au moins égal à 0,1 s après l'extinction de l'arc.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle d'un circuit d'essai triphasé doit être la valeur moyenne de la tension de rétablissement à fréquence industrielle de toutes les phases mesurées après l'ouverture de l'interrupteur.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle du circuit d'essais doit être mesurée aux bornes de chaque pôle du combiné et dans chaque phase du circuit d'essais.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être mesurée une période après l'ouverture de l'interrupteur comme indiqué à la figure 6.

6.102.3 *Tension appliquée avant les essais d'établissement sur court-circuit*

La tension appliquée (voir 3.3.16), avant les essais de fermeture sur court-circuit pour les séries d'essais 1 et 2 est la valeur efficace de la tension aux bornes d'un pôle immédiatement avant l'essai.

Dans le cas d'essais triphasés, la valeur moyenne des tensions appliquées ne doit pas être inférieure à la tension assignée divisée par $\sqrt{3}$ et ne doit pas dépasser cette valeur de plus de 10 % sans l'accord du constructeur.

La différence entre la valeur moyenne et la valeur des tensions appliquées dans chaque phase ne doit pas dépasser 5 % de cette valeur moyenne.

* Lorsqu'une tolérance n'est pas spécifiée, les essais de type doivent être effectués avec des valeurs au moins aussi sévères que les valeurs spécifiées; les limites supérieures sont soumises à l'accord du constructeur.

6.102 *Making and breaking test quantities**

6.102.1 *Test voltage for breaking tests*

The test voltage is the average of the phase-to-phase voltages measured at the combination location immediately after the breaking operation.

The voltage shall be measured as close as practicable to the terminals of the combination, i.e. without appreciable impedance between the measuring point and the terminals.

The test voltage, in the case of three-phase tests, shall be, as nearly as possible, equal to the rated voltage of the combination.

The tolerance on the test voltage is $\pm 5\%$ of the specified value.

6.102.2 *Power-frequency recovery voltage*

The power-frequency recovery voltage shall be maintained for 0,1 s, at least, after arc extinction.

The power-frequency recovery voltage of a three-phase test circuit shall be the average value of the power-frequency recovery voltages in all phases measured after the opening of the switch.

The power-frequency recovery voltage of the test circuit shall be measured between the terminals of each pole of the combination in each phase of the test circuit.

The power-frequency recovery voltage shall be measured one cycle after the opening of the switch in accordance with Figure 6.

6.102.3 *Applied voltage before short-circuit making tests*

The applied voltage (see 3.3.16) before the short-circuit making tests in test duties 1 and 2 is the r.m.s. value of the voltage at the pole terminals immediately before the test.

In the case of three-phase tests the average value of the applied voltages shall be not less than the rated voltage of the combination divided by $\sqrt{3}$ and shall not exceed this value by more than 10 % without the consent of the manufacturer.

The difference between the average value and the applied voltages of each phase shall not exceed 5 % of the average value.

* 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.

6.102.4 *Courant coupé*

Pour les séries d'essais 1 et 2, la valeur efficace de la composante alternative du courant de court-circuit coupé présumé doit être mesurée une demi-période après le début du court-circuit lors de l'essai d'étalonnage.

Pour les séries d'essais 3, 4 et 5, le courant coupé est la valeur efficace de la composante alternative mesurée au début de l'arc.

Pour les séries d'essais 1, 2 et 5, la valeur efficace de la composante alternative du courant coupé dans chaque pôle ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur moyenne. Pour la série d'essais 4, la valeur efficace de la composante alternative du courant coupé dans les deux pôles équipés de connexions rigides ne doit pas être inférieure à $\sqrt{3}/2$ soit 87 % du courant du premier pôle qui coupe, c'est-à-dire du pôle équipé d'un fusible.

6.102.5 *Tension transitoire de rétablissement*

La tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit d'essai doit être déterminée par une méthode telle que les appareils servant à provoquer et à mesurer l'onde de tension soient sans influence pratique sur cette onde. Elle est mesurée aux bornes auxquelles le combiné en essai est raccordé, tous les dispositifs de mesure tels que les diviseurs de tension étant en place. Des méthodes appropriées sont décrites dans l'annexe GG de la CEI 56.

Pour les circuits triphasés, la tension transitoire de rétablissement se réfère au pôle qui coupe en premier, c'est-à-dire la tension aux bornes d'un pôle ouvert les deux autres pôles étant fermés, dans un circuit d'essais conforme aux indications de 6.101.4.

La courbe de la tension transitoire de rétablissement présumée d'un circuit d'essai est représentée par son enveloppe tracée comme indiqué à la figure 2, et par sa partie initiale.

L'onde de tension transitoire de rétablissement présumée du circuit d'essai doit satisfaire aux deux conditions suivantes.

- 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.

- b) La partie initiale ne doit pas traverser le segment de droite spécifié définissant le retard.

6.103 *Essais d'établissement et de coupure*

6.103.1 *Série d'essais 1*

Cette série d'essais est effectuée pour montrer que l'interrupteur est capable de supporter et d'établir sans dommage le courant coupé limité des fusibles et que le percuteur provoque bien l'ouverture de l'interrupteur pour cette valeur de courant. Les trois pôles du combiné sont équipés de fusibles pour cet essai.

On doit effectuer un essai de coupure et un essai d'établissement-coupure dans un circuit triphasé dont les valeurs efficace et de crête du courant présumé sont égales aux valeurs assignées en court-circuit du combiné avec une tolérance de $-0\% +5\%$.

6.102.4 *Breaking current*

For test duties 1 and 2 the r.m.s. value of the a.c. component of the prospective short circuit breaking current shall be measured one half-cycle after the initiation of the short circuit in the prospective current test.

For test duties 3, 4 and 5 the breaking current shall be the r.m.s. value of the a.c. component measured at the initiation of arcing.

For test duties 1, 2 and 5 the r.m.s. value of the a.c. component of the breaking current in any pole shall not vary from the average by more than 10 % of the average. For test duty 4, the r.m.s. value of the a.c. component of the breaking current in the two poles fitted with solid conducting links shall be not less than $\sqrt{3}/2$, i.e. 87 %, of that in the first pole to clear, i.e. the pole fitted with a fuse.

6.102.5 *Transient recovery voltage*

The prospective TRV of a test circuit shall be determined by such a method as will produce and measure the TRV wave without significantly influencing it and shall be measured at the terminals to which the combination will be connected with all necessary test-measuring devices, such as voltage dividers, included. Suitable methods are described in Appendix GG of IEC 56.

For three-phase circuits, the transient recovery voltage refers to the first pole to clear, i.e. the voltage across one open pole with the other two poles closed, with the appropriate test circuit arranged in accordance with 6.101.4.

The prospective transient recovery voltage curve of a test circuit is represented by its envelope drawn as shown in Figure 2 and by its initial portion.

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

- 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.

- b) Its initial portion shall not cross the delay line where such a one is specified.

6.103 *Making and breaking tests*

6.103.1 *Test duty 1*

This test duty is performed to show that the switch is capable of withstanding and making the cut-off current of the fuse without damage and that the striker will open the switch at this current. The test is carried out with fuses fitted in all three poles of the combination.

One break and then one make-break test shall be made in a three-phase circuit having prospective symmetrical r.m.s. and peak currents equal to the rated short-circuit values of the combination with a tolerance of -0 % +5 %.

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être compris entre 0,07 et 0,15 en retard.

La tension appliquée doit être conforme aux indications de 6.102.3.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle (voir 6.102.2) est égale à la tension assignée du combiné divisée par $\sqrt{3}$ avec une tolérance de $\pm 5 \%$.

La tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications données en 4.102 et 6.102.5.

L'essai de coupure de cette série d'essais doit être effectué avec un angle de début d'arc dans un des fusibles des pôles extrêmes conforme aux indications de la CEI 282-1, série d'essais 1, c'est-à-dire être compris entre 65 et 90 degrés électriques après le zéro de tension de la phase considérée.

6.103.2 Série d'essais 2

Cette série d'essais peut être supprimée (sauf si l'utilisateur le demande) pourvu que les conditions de 6.101.0.2 soient remplies.

Lorsqu'elle est effectuée, son but est de vérifier le comportement du combiné sous un courant approximativement égal à celui produisant le I^2t maximum pour l'interrupteur. Les trois pôles du combiné sont équipés de fusibles pour cet essai.

On doit effectuer un essai de coupure et un essai d'établissement-coupure dans un circuit triphasé dont la valeur du courant présumé est égale, dans la tolérance de $\pm 10 \%$ à celle du courant présumé prévu pour vérifier la valeur du I^2t de la CEI 282-1 pour les essais des fusibles incorporés au combiné.

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être compris entre 0,07 et 0,15 en retard*.

La tension appliquée doit être conforme aux indications de 6.102.3. Pour l'essai de coupure de cette série d'essais la fermeture du circuit d'essai est réalisée de telle sorte que cette fermeture se produise sur l'une quelconque des phases sous un angle compris entre 0 et 20 degrés électriques après le zéro de tension de cette phase.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle (voir 6.102.2) doit être égale à la tension assignée du combiné divisée par $\sqrt{3}$ avec une tolérance de $\pm 5 \%$.

La tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications de 6.102.5 ainsi qu'aux valeurs spécifiées dans les tableaux III et IIIA selon le cas (voir également l'annexe B de la CEI 282-1). Sa valeur crête ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée pour u_c . La partie croissante de son enveloppe doit être comprise entre les deux segments de droite définis par les tolérances de t_g .

NOTE - Il n'est pas défini de retard, étant donné que la partie initiale de l'onde de TTR n'a pas d'influence sur le fonctionnement des fusibles (voir annexe B de la CEI 282-1).

* La limite inférieure n'est pas prise en compte lorsque le constructeur donne son accord.

The power factor of the test circuit shall be 0,07 to 0,15 lagging.

The applied voltage shall be in accordance with 6.102.3.

The power-frequency recovery voltage (see 6.102.2) shall be equal to the rated voltage of the combination divided by $\sqrt{3}$ with a tolerance of $\pm 5\%$.

The prospective transient recovery voltage shall be in accordance with 4.102 and 6.102.5.

The first operation of the test duty shall be made with the initiation of arcing in the fuse in one of the outer poles in accordance with the provisions of IEC 282-1, test duty 1, i.e. to be within the range 65 to 90 electrical degrees after voltage zero in that pole.

6.103.2 Test duty 2

This test duty may be omitted (unless requested by the user) provided that the conditions of 6.101.0.2 can be met.

When carried out, its purpose is to verify the performance of the combination with a prospective current approximating to that producing the maximum I^2t for the switch. The test is carried out with fuses fitted in all three poles of the combination.

One break and then one make-break test shall be made in a three-phase circuit having a prospective current within $\pm 10\%$ of that prospective current required to verify the value of I^2t of IEC 282-1 for the fuse design incorporated in the combination.

The power factor of the test circuit shall be 0,07 to 0,15 lagging*.

The applied voltage shall be in accordance with 6.102.3. The first operation of this test duty shall be made with point-on-wave closure of the circuit such that current commences between 0 and 20 electrical degrees after voltage zero on any one phase.

The power-frequency recovery voltage (see 6.102.2) shall be equal to the rated voltage of the combination divided by $\sqrt{3}$ with a tolerance of $\pm 5\%$.

The prospective transient recovery voltage shall be in accordance with 6.102.5 and the values specified in Table III or IIIA as appropriate (see also Appendix B of IEC 282-1). Its highest peak shall be not smaller than the parameter u_c specified. 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 of IEC 282-1).

* When the manufacturer agrees, the lower limit does not apply.

Tableau III - Valeurs normalisées de la TTR présumée pour la série d'essais 2
(Basé sur la pratique en Europe)

Tension assignée	Valeur de crête de la TTR	Temps	Vitesse d'accroissement
U	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
$u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$			

Tableau IIIA - Valeurs normalisées de la TTR présumée pour la série d'essais 2
(Basé sur la pratique aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada)

Tension assignée	Valeur de crête de la TTR	Temps	Vitesse d'accroissement
U	u_c	t_3	u_c / t_3
kV	kV	μs	kV / μs
2,8	5,1	111 – 148	0,046 – 0,034
5,5	10,1	138 – 184	0,073 – 0,055
8,3	15,2	162 – 216	0,094 – 0,071
15	27,6	198 – 264	0,139 – 0,104
15,5	28,5	201 – 268	0,142 – 0,106
27	49,6	279 – 372	0,178 – 0,133
38	69,8	333 – 444	0,210 – 0,157
$u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$			

6.103.3 Série d'essais 3 - Essai de coupure avec une longue durée de préarc pour les fusibles

Cette série d'essais peut être supprimée (sauf si l'utilisateur le demande) pourvu que les conditions de 6.101.0.3 soient remplies.

Lorsqu'elle est effectuée, cette série d'essais a pour but de démontrer que:

- le fusible peut supporter, sans dommage externe, des courants de défauts de faible valeur pendant la durée de préarc (voir 1) ci-dessous);
- le fusible, ayant été préchauffé par un courant comme en a), peut supporter, sans dommage externe, l'arc interne dû à un courant inférieur au courant minimal de coupure, pendant un temps correspondant, avec une certaine marge de sécurité, au temps mis par l'interrupteur pour interrompre le courant après son fonctionnement sous l'action du percuteur du fusible (voir 2) ci-dessous).

Table III – Standard values of prospective TRV for test duty 2

(Based on practice in Europe)

Rated voltage	TRV peak voltage	Time co-ordinate	Rate of rise
U	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
$u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$			

Table IIIA – Standard values of prospective TRV for test duty 2

(Based on practice in the United States of America and Canada)

Rated voltage	TRV peak voltage	Time co-ordinate	Rate of rise
U	u_c	t_3	u_c / t_3
kV	kV	μs	kV / μs
2,8	5,1	111 – 148	0,046 – 0,034
5,5	10,1	138 – 184	0,073 – 0,055
8,3	15,2	162 – 216	0,094 – 0,071
15	27,6	198 – 264	0,139 – 0,104
15,5	28,5	201 – 268	0,142 – 0,106
27	49,6	279 – 372	0,178 – 0,133
38	69,8	333 – 444	0,210 – 0,157
$u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$			

6.103.3 Test duty 3 - breaking test with long pre-arcing time of fuse

This test duty may be omitted (unless requested by the user) provided that the conditions of 6.101.0.3 can be met.

When performed, its purpose is to demonstrate that:

- the fuse is able to carry low over-currents within the combination without external damage during the pre-arcing period (see 1) below);
- the fuse, having been pre-heated by a current as under a), is able to withstand an internal arcing current below the minimum breaking current without external damage for a period of time, including a certain safety margin, before the striker-operated switch interrupts the current (see 2) below).

On effectue deux essais de coupure dans un circuit monophasé. Pour chaque essai, les deux conditions précédentes doivent être remplies.

L'essai est décomposé en deux parties:

- 1) On applique au combiné un courant en basse tension pour préchauffer le fusible. La valeur de ce courant doit être comprise entre 75 % et 85 % de la valeur du courant donnant une durée de préarc de 20 min pour le fusible considéré, d'après la caractéristique moyenne temps-courant donnée par le constructeur.
- 2) Après 20 min, la valeur du courant d'essai basse tension doit être portée entre 70 % et 80 % de la valeur du courant minimal de coupure du fusible. Juste avant la fusion, on commute le combiné en essai dans un circuit haute tension, réglé à la même valeur de courant, de tension égale à la tension assignée du combiné. (La méthode de commutation est indiquée en 13.2.2.1 de la CEI 282-1.)

Pour certains types de fusibles, à faible courant minimal de coupure, il n'est parfois pas possible d'obtenir la fusion pour un courant égal à 80 % de ce courant minimal de coupure (du moins en un temps raisonnable). Dans ce cas, après les 20 min de préchauffage (partie 1), le courant basse tension doit être augmenté à une valeur suffisante pour provoquer la fusion des éléments fusibles en quelques minutes. Quand plusieurs ou tous les éléments ont fondu, mais que l'élément du percuteur est encore intact, le combiné doit être commuté dans le circuit haute tension, réglé pour une valeur de courant comprise entre 70 % et 80 % de la valeur du courant minimal de coupure et de tension égale à la tension assignée du combiné.

NOTES

- 1 Lorsque, par suite des limitations de la station d'essai, le courant ne peut être maintenu constant, la tolérance prévue sur ce courant peut être dépassée en plus ou en moins pendant un temps n'excédant pas 20 % du temps total de fusion, à condition que le courant au début de l'arc soit dans les tolérances spécifiées pour la série d'essais 3.
- 2 Si, pour une raison quelconque, le fusible coupe le circuit avant la séparation des contacts d'arc de l'interrupteur, l'essai n'est pas valable et il convient de le répéter avec un courant plus petit pour la deuxième partie de l'essai, jusqu'à ce que l'on obtienne deux essais valables.

Les essais doivent être effectués sur un des pôles extrêmes du combiné équipé d'un fusible, en série avec un des autres pôles dont le fusible est remplacé par une connexion rigide d'impédance négligeable.

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être compris entre 0,4 et 0,6 en retard.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle aux bornes des deux pôles en série doit être égale à la tension assignée du combiné avec une tolérance de ± 5 %. Les caractéristiques de la TTR ne sont pas spécifiées (voir le 13.1.23 de la CEI 282-1).

Le fonctionnement du percuteur du fusible doit provoquer l'ouverture de l'interrupteur.

6.103.4 Série d'essais 4 – Essais de coupure au courant de transition assigné

Cette série d'essais est obligatoire (mais voir 6.101.0.4) et est effectuée pour prouver la bonne coordination entre l'interrupteur et les fusibles dans la zone de courant où l'interrupteur prend la relève des fusibles pour assurer la coupure (voir aussi 3.3.10).

Two breaking tests shall be made in a single-phase circuit. Both of the preceding conditions shall be met on each test.

The tests shall be in two parts:

- 1) A low-voltage current shall be applied to the combination to pre-heat the fuse. The value of this current shall be in the range of 75 % to 85 % of the value of the 20 min pre-arcing current for the fuse, as determined from the manufacturer's mean time-current characteristic.
- 2) After 20 min, the value of the low-voltage test current shall be brought to within the range of 70 % to 80 % of the value of the minimum breaking current of the fuse. Prior to melting, the combination shall be switched over to a high-voltage source equal to the rated voltage of the combination and set to the same value of current. (The method of change-over is given in 13.2.2.1 of IEC 282-1.)

The time-current characteristics of certain types of fuses with low minimum breaking current values may make it impossible to obtain melting of the fuse elements at 80 % of the value of the minimum breaking current (at least within a reasonable time). Under this circumstance, after 20 min of pre-heating, the low-voltage current shall be changed to a higher value sufficient to melt the fuse elements within the ensuing few minutes. When some or all of the fuse elements have melted but with the striker element still intact, the fuse shall be switched over to a high voltage source equal to the rated voltage of the combination set at 70 % to 80 % of the value of the minimum breaking current.

NOTES

- 1 When testing station limitations prevent the maintenance of constant current, the tolerance of 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.
- 2 If, for any reason, the fuse clears the circuit before the arcing contacts of the switch separate, the test is invalid and should be repeated with a lower current during the second part, until two valid tests have been obtained.

The tests shall be made on one of the outer poles of the combination, with a fuse fitted, in series with one of the other poles having a solid link of negligible impedance fitted in the place of the fuse.

The power factor of the test circuit shall be between 0,4 and 0,6 lagging.

The power-frequency recovery voltage appearing across the two poles in series shall be equal to the rated voltage of the combination with a tolerance of ± 5 %. TRV characteristics are not specified (see 13.1.2.3 of IEC 282-1).

The operation of the fuse striker shall cause the switch to open.

6.103.4 Test duty 4 - breaking tests at the rated transfer current

This test duty is mandatory (but see 6.101.0.4) and is performed to prove the correct co-operation between the switch and fuses in the current region where the breaking duty is transferred from the fuses to the switch (see 3.3.10).

La valeur du courant de transition assigné doit être déterminée par le constructeur du combiné interrupteur-fusibles en tenant compte de la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par le percuteur des fusibles et de la caractéristique temps-courant du fusible de courant assigné maximal devant être utilisé, comme il est indiqué en 8.2.4.

NOTE - Il convient que ce courant soit supérieur ou égal au courant de transition défini en 3.3.10 (voir aussi le guide d'application (article 8)).

On doit effectuer trois essais de coupure dans un circuit triphasé, comme représenté en figure 5a, avec les fusibles de deux pôles remplacés par des connexions rigides d'impédance négligeable. Les deux pôles équipés de ces connexions rigides doivent être différents pour chacun des trois essais. Dans le cas de fusibles-interrupteurs, les connexions rigides doivent avoir les mêmes forme, dimension et masse que celles des fusibles qu'elles remplacent (voir aussi l'alinéa suivant le point c) de l'article 6).

Si cette procédure, consistant à utiliser un fusible sur un pôle et deux connexions rigides sur les deux autres, n'est pas commode pour la réalisation des essais en station, le fusible peut être supprimé et l'interrupteur déclenché par tout autre moyen. Dans le cas de fusibles-interrupteurs, le fusible doit être alors remplacé soit par un fusible factice (par exemple un fusible fondu), soit par une connexion isolante de mêmes forme, dimension et masse que le fusible.

Le circuit d'essai comprend un circuit d'alimentation triphasé ainsi qu'un circuit de charge également triphasé (voir figure 5a).

Le circuit de charge doit être un circuit série.

Le circuit d'alimentation doit avoir un facteur de puissance n'excédant pas 0,2 en retard et doit remplir les conditions suivantes:

- a) la composante symétrique du courant de court-circuit du circuit d'alimentation ne doit pas excéder le pouvoir de coupure assigné du combiné ni être inférieure à 5 % de ce pouvoir de coupure;
- b) l'impédance du circuit d'alimentation doit être comprise entre 12 % et 18 % de l'impédance totale du circuit d'essais prévue pour la série d'essais 4. Lorsque par suite des limitations de la station d'essais cette condition ne peut être satisfaite, le pourcentage peut être réduit à condition de s'assurer que la TTR présumée qui en résulte n'est pas moins sévère;
- c) la tension transitoire présumée de rétablissement du circuit d'alimentation dans les conditions de court-circuit ne doit pas être inférieure à celle spécifiée dans les tableaux I ou IA, selon le cas.

Le facteur de puissance du circuit de charge, déterminé comme indiqué en 6.101.3 doit être:

- compris entre 0,2 et 0,3 en retard si le courant coupé est supérieur à 400 A;
- compris entre 0,3 et 0,4 en retard si le courant coupé est inférieur ou égal à 400 A.

La tension d'essai doit être conforme aux exigences de 6.102.1.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle (voir 6.102.2) doit être égale à la tension assignée du combiné divisée par $\sqrt{3}$ avec une tolérance de $\pm 5\%$.

The value of the rated transfer current shall be determined by the switch-fuse manufacturer, taking into account the fuse-initiated opening time of the switch and the time-current characteristic of the fuse of maximum current rating to be used, as explained in 8.2.4.

NOTE - This current should be equal to or greater than the transfer current as defined in 3.3.10 (also see the application guide (Clause 8)).

Three break tests shall be made in a three-phase circuit, as shown in Figure 5a, with the fuses in two poles replaced by solid links of negligible impedance. The pair of poles with the solid links shall be different on each of the three breaking tests. In the case of fuse-switches the solid links shall be of the same shape, dimension and mass as those of the fuses they replace (see also the paragraph after Item c) of Clause 6).

If this arrangement of one fuse and two solid links is not practicable for the testing laboratory, then the fuse may be omitted and the switch tripped in some other way. In the case of fuse-switches the fuse shall be replaced by either a dummy fuse (e.g. a blown fuse) or an insulating link of the same shape, dimension and mass as those of the fuse.

The test circuit shall consist of a three-phase supply and load circuit (see Figure 5a).

The load circuit shall be a series circuit.

The supply circuit shall have a power factor not exceeding 0,2 lagging and shall meet the following requirements:

- a) the symmetrical component of the short-circuit breaking current of the supply circuit shall neither exceed the rated short-circuit breaking current of the combination nor be less than 5 % of this current;
- b) the impedance of the supply circuit shall be between 12 % and 18 % of the total impedance of the test circuit for test duty 4. If due to limitations of the testing station this condition cannot be met, the percentage may be lower. But it shall be ensured that the resulting prospective TRV is not less severe;
- c) the prospective transient recovery voltage of the supply circuit under short-circuit conditions shall be not less severe than that specified in Table I or IA, as appropriate.

The power factor of the load circuit, determined in accordance with 6.101.3, shall be:

- 0,2 to 0,3 lagging if the breaking current exceeds 400 A;
- 0,3 to 0,4 lagging if the breaking current is equal to or less than 400 A.

The test voltage shall be in accordance with 6.102.1.

The power-frequency recovery voltage (see 6.102.2) shall be equal to the rated voltage of the combination divided by $\sqrt{3}$ with a tolerance of ± 5 %.

La tension transitoire de rétablissement présumée du circuit de charge, en vue de son réglage, doit être conforme aux indications de 6.102.5 et aux valeurs des tableaux IV ou IVA, selon le cas. Il n'est pas spécifié de retard.

Tableau IV - Valeurs normalisées de la TTR présumée pour la série d'essais 4
(Basé sur la pratique en Europe)

Tension assignée	Valeur de crête de la TTR	Temps	Vitesse d'accroissement
U	u_c	t_3	u_c / t_3
kV	kV	μs	kV / μs
3,6	6,2	80	0,077
7,2	12,3	104	0,115
12	20,6	120	0,167
17,5	30	144	0,208
24	41	176	0,236
36	62	216	0,285
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$			

Tableau IVA - Valeurs normalisées de la TTR présumée pour la série d'essais 4
(Basé sur la pratique aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada)

Tension assignée	Valeur de crête de la TTR	Temps	Vitesse d'accroissement
U	u_c	t_3	u_c / t_3
kV	kV	μs	kV / μs
2,8	4,8	74	0,065
5,5	9,4	92	0,103
8,3	14,2	108	0,132
15	25,7	132	0,195
15,5	26,6	134	0,198
27	46,3	186	0,249
38	65,2	222	0,293
$u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$			

NOTES

- 1 Les tableaux IV et IVA se rapportent au premier pôle qui coupe dans un circuit triphasé, c'est-à-dire le pôle équipé d'un fusible (ou d'un fusible factice/ou d'une connexion isolante).
- 2 Les valeurs indiquées dans les tableaux IV et IVA s'appliquent aux installations classiques où les courants de transition sont plus petits que ceux dus aux courts-circuits francs aux bornes secondaires des transformateurs; ces derniers sont normalement éliminés par les fusibles. Cependant, elles peuvent ne pas être valables pour des applications où l'interrupteur doit couper de tels courants dus aux courts-circuits francs aux bornes secondaires. De tels cas font l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

The prospective transient recovery voltage of the load circuit, for calibration purposes, shall be in accordance with 6.102.5 and Tables IV or IVA, as appropriate. A delay line is not specified.

Table IV – Standard values of prospective TRV for test duty 4

(Based on practice in Europe)

Rated voltage	TRV peak voltage	Time co-ordinate	Rate of rise
U	u_c	t_3	u_c / t_3
kV	kV	μs	kV / μs
3,6	6,2	80	0,077
7,2	12,3	104	0,115
12	20,6	120	0,167
17,5	30	144	0,208
24	41	176	0,236
36	62	216	0,285
$u_c = 1,4 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$			

Table IVA – Standard values of prospective TRV for test duty 4

(Based on practice in the United States of America and Canada)

Rated voltage	TRV peak voltage	Time co-ordinate	Rate of rise
U	u_c	t_3	u_c / t_3
kV	kV	μs	kV / μs
2,8	4,8	74	0,065
5,5	9,4	92	0,103
8,3	14,2	108	0,132
15	25,7	132	0,195
15,5	26,6	134	0,198
27	46,3	186	0,249
38	65,2	222	0,293
$u_c = 1,5 \times 1,5 \times \sqrt{2/3} U$			

NOTES

- 1 Tables IV and IVA give three-phase values and refer to the first pole to clear, i.e. the pole with the fuse (or dummy fuse/insulating link).
- 2 The values shown in Tables IV and IVA are applicable to typical installations involving transfer currents of lower value than those arising from solid short-circuits in the transformer secondary terminal zone; the latter are normally cleared by the fuses. However, they may not be appropriate for an application requiring the clearing of such terminal-zone faults by the switch. Such a condition of application is subject to agreement between the user and the manufacturer.

6.103.5 Série d'essais 5 - Essais de coupure au courant d'intersection (combinés actionnés par déclencheur seulement)

Cette série d'essais n'est obligatoire que pour les combinés actionnés par déclencheur. Elle est effectuée pour démontrer la parfaite coordination entre l'interrupteur actionné par le déclencheur et les fusibles dans la zone de courant où l'interrupteur sous l'action du déclencheur prend la relève des fusibles pour assurer la coupure (voir 3.3.11).

La valeur du courant d'intersection assigné doit être déterminée par le constructeur du combiné interrupteur-fusibles en tenant compte de la durée d'ouverture de l'interrupteur sous l'action du déclencheur et de la caractéristique temps-courant du fusible, de courant assigné maximal devant être utilisé, comme il est indiqué en 8.2.5.

NOTE - Il convient que ce courant soit supérieur ou égal au courant d'intersection maximal défini en 3.3.13 de la présente norme (voir aussi le guide d'application (article 8)).

On effectue trois essais de coupure dans un circuit triphasé, comme représenté en figure 5b, les fusibles dans les trois pôles étant remplacés par des connexions rigides d'impédance négligeable. Dans le cas de fusibles-interrupteurs, les connexions rigides doivent avoir les mêmes forme, dimension et masse que celles des fusibles qu'elles remplacent (voir aussi l'alinéa suivant le point c) de l'article 6).

Le circuit d'essais doit être le même que celui prévu pour la série d'essais 4.

6.103.6 Résumé des paramètres d'essais

Le tableau V ci-dessous résume les valeurs des paramètres à utiliser pour les séries d'essais 1 à 5.

Tableau V - Résumé des paramètres d'essais pour les séries d'essais 1 à 5

Série d'essais		Tension d'essai	Courant d'essai / angle de fermeture	Séquence d'essais	Facteur de puissance	TTR
N°	Circuit					
1	Triphasé figure 3	U	Voir série d'essais 1 de la CEI 282-1	O CO	0,07 à 0,15 en retard	Tableaux I et IA de la présente norme
2	Triphasé figure 3	U	Voir série d'essais 2 de la CEI 282-1	O CO	0,07 à 0,15 en retard	Tableaux III et IIIA de la présente norme
3	Monophasé figure 4	U	0,8 I ₃ Voir série d'essais 3 de la CEI 282-1	O O	0,4 à 0,6 en retard	Voir 13.1.2.3 de la CEI 282-1
4	Triphasé/ biphasé figure 5a	U	I ₄ / 0,87 I ₄ Voir 6.103.4 de la présente norme	O O O	I ₄ > 400 A 0,2 à 0,3 en retard I ₄ ≤ 400 A 0,3 à 0,4 en retard	Tableaux IV et IVA de la présente norme Voir 6.101.8 a) de la CEI 265-1
5	Triphasé figure 5b	U	I ₅ Voir 6.103.5 de la présente norme	O O O	I ₅ > 400 A 0,2 à 0,3 en retard I ₅ ≤ 400 A 0,3 à 0,4 en retard	Tableaux IV et IVA de la présente norme Voir 6.101.8 a) de la CEI 265-1

NOTE - Les facteurs de puissance indiqués pour les séries d'essais 4 et 5 sont ceux du circuit de charge.

6.103.5 Test duty 5 - breaking tests at the rated take-over current (release-operated combinations only)

This test duty is mandatory for release-operated combinations only and is performed to prove the correct co-operation between the release-operated switch and fuses in the current region where the breaking duty is taken over from the fuses by the release-operated switch (see 3.3.11).

The value of the rated take-over current shall be determined by the switch-fuse manufacturer, taking into account the release-initiated opening time of the switch and the time-current characteristic of the fuse of maximum current rating to be used, as explained in 8.2.5.

NOTE - This current should be equal to or greater than the maximum take-over current as defined in 3.3.13 (see also the application guide (Clause 8)).

Three break tests shall be made in a three-phase circuit, as shown in Figure 5b, with the fuses in all three poles replaced by solid links of negligible impedance. In the case of fuse-switches the solid links shall be of the same shape, dimension and mass as those of the fuses they replace (see also the paragraph after Item c) of Clause 6).

The test circuit shall be the same as that for test duty 4.

6.103.6 Summary of test parameters

A summary of the parameters to be used when performing test duties 1 to 5 is given in Table V.

Table V - Summary of test parameters for test duties 1 to 5

Test duty		Test voltage	Test current / making angle	Test series	Power factor	TRV
No.	Circuit					
1	3-phase figure 3	U	See test duty 1 of IEC 282-1	O CO	0,07 to 0,15 lagging	Tables I and IA of this standard
2	3-phase figure 3	U	See test duty 2 of IEC 282-1	O CO	0,07 to 0,15 lagging	Tables III and IIIA of this standard
3	1-phase figure 4	U	$0,8 I_3$ See test duty 3 of IEC 282-1	O O	0,4 to 0,6 lagging	See 13,1,2,3 of IEC 282-1
4	3-phase/ 2-phase figure 5a	U	$I_4 / 0,87 I_4$ See 6,103,4 of this standard	O O O	$I_4 > 400$ A 0,2 to 0,3 lagging $I_4 \leq 400$ A 0,3 to 0,4 lagging	Tables IV and IVA of this standard See 6,101,8 a) of IEC 265-1
5	3-phase figure 5b	U	I_5 See 6,103,5 of this standard	O O O	$I_5 > 400$ A 0,2 to 0,3 lagging $I_5 \leq 400$ A 0,3 to 0,4 lagging	Tables IV and IVA of this standard See 6,101,8 a) of IEC 265-1

NOTE - The power factors relating to test duties 4 and 5 refer to the load circuit.

6.104 *Comportement du combiné pendant les essais*

Le combiné peut être examiné mais non remis en état (hormis le remplacement des fusibles) entre deux quelconques des séries d'essais, séries qui doivent être effectuées sur le même appareil.

Pendant les essais, le combiné ne doit montrer ni signes de contraintes excessives, ni phénomènes qui pourraient mettre en danger l'opérateur.

Pour les combinés à liquide, il ne doit pas se produire d'émission de flammes et les gaz produits ainsi que le liquide entraîné par ces gaz doivent pouvoir s'échapper de façon à ne pas provoquer d'amorçage électrique.

Pour les autres types de combinés, les flammes ou les particules métalliques, qui pourraient réduire le niveau d'isolement du combiné, ne doivent pas être projetées au-delà des limites fixées par le constructeur.

Il ne doit pas y avoir de courant de fuite significatif vers les charpentes ou les écrans mis à la terre (quand il y en a) pendant les essais. En cas de doute, les pièces normalement mises à la terre doivent être reliées à la terre par un fil fusible en cuivre de 0,1 mm de diamètre et de 50 mm de long.

On admet qu'il n'y a pas eu de courant de fuite significatif si le fil est intact après l'essai.

Dans certains cas, il peut être nécessaire de maintenir une liaison électrique permanente entre le châssis du combiné et la terre. Dans ces cas, il est admis de mettre le châssis à la terre à travers l'enroulement primaire d'un transformateur de rapport 1/1. Le fusible est connecté aux bornes de l'enroulement secondaire de ce transformateur, ces bornes sont alors protégées par un éclateur.

Pour les séries d'essais 1, 2 et 3 l'interrupteur doit s'ouvrir sous l'action des percuteurs du fusible.

NOTES

1 Il convient de remplacer systématiquement les trois fusibles, qu'ils aient fonctionné ou non au cours de l'essai.

2 Pour certains essais triphasés, un fusible et/ou son percuteur peuvent ne pas avoir fonctionné. Ceci n'est pas une condition anormale et susceptible de remettre en cause la validité de l'essai pourvu que le fusible n'ait subi aucun dommage externe.

6.105 *Etat de l'appareil après les essais*

Après les essais, les fusibles doivent satisfaire aux conditions de 7.2.3 de la CEI 282-1; après la série d'essais 3, on peut admettre de légers dommages externes ou dégradations pourvu qu'ils ne remettent pas en cause la conformité à la norme: de petites craquelures et/ou un changement de couleur sont admis (se reporter à 7.2.3 de la CEI 282-1).

Après avoir effectué chaque série d'essais:

- a) Les parties mécaniques et les isolateurs du combiné doivent être pratiquement dans le même état qu'avant les essais. Il peut y avoir quelques dépôts sur les isolateurs dus à la décomposition du milieu extincteur.

6.104 *Behaviour of the combination during tests*

The combination may be inspected but not reconditioned (apart from the replacement of fuses) between any of the test duties which shall all be done on the same combination.

During operation, the combination shall show neither signs of excessive distress nor phenomena that might endanger an operator.

From liquid-filled combinations there shall be no outward emission of flame, and the gases produced together with the liquid carried with the gases shall be allowed to escape in such a way as not to cause electrical breakdown.

For other types of combinations, flame or metallic particles such as might impair the insulation level of the combination shall not be projected beyond the boundaries specified by the manufacturer.

There shall be no indication of significant leakage current to the earthed structure or screens, when fitted, during the tests. In case of doubt, the normally earthed parts should be connected to earth through a fuse consisting of a copper wire of 0,1 mm diameter and 50 mm long.

No significant leakage current is assumed to have flowed if the fuse wire is intact after the test.

In certain circumstances it may be necessary to maintain a permanent electrical connection between the frame of the combination and earth. In such cases it is permissible to earth the frame through the primary winding of a suitable transformer having a 1:1 ratio with the fuse connected across the secondary winding of the transformer and with the secondary terminals protected by a spark gap.

During test duties 1, 2 and 3, the switch shall open following the action of the fuse strikers.

NOTES

- 1 All three fuses should be replaced regardless of whether, during the test, they have operated or not.
- 2 In three-phase operations, one fuse and/or its striker may not have operated during tests. This is a normal and not unusual condition which will not invalidate acceptance of the test provided that the fuse shall not have received external damage in any way.

6.105 *Condition of the apparatus after tests*

After tests, fuses shall comply with the requirements of 7.2.3 of IEC 282-1. After test duty 3, external signs of damage or deterioration are acceptable provided they are not such as to prevent compliance: minor cracks and/or discoloration are permitted (refer to 7.2.3 of IEC 282-1).

After performing each test duty:

- a) The mechanical function and the insulators of the combination shall be practically in the same condition as before the tests. There may be deposits on the insulators caused by the decomposition of the arc-extinguishing medium.

- b) Le combiné doit être capable, sans remise en état, de supporter sa tension assignée sans défaillance diélectrique.
- c) Pour les combinés qui comprennent un interrupteur-sectionneur, les propriétés diélectriques sur la distance de sectionnement ne doivent pas être réduites en dessous de celles spécifiées (voir 4.2) par suite d'une détérioration des parties isolantes au voisinage de la distance de sectionnement ou en parallèle avec celle-ci. Les conditions pour les sectionneurs de la CEI 129 doivent être satisfaites.
- d) Le combiné doit être capable de supporter son courant assigné en service continu après remplacement des fusibles.

Le contrôle visuel et la manoeuvre hors charge du combiné après les essais sont généralement suffisants pour contrôler ces exigences.

En cas de doute sur l'aptitude du combiné à remplir les conditions de 6.105 b), on procédera aux essais diélectriques normalisés de tenue à fréquence industrielle selon 7.1 mais à 80 % de la tension d'essai prescrite.

En cas de doute sur l'aptitude du combiné à remplir les conditions de 6.105 c), lorsqu'il s'applique, on procédera aux essais diélectriques normalisés de tenue à fréquence industrielle selon 7.1.

En cas de doute sur l'aptitude du combiné à supporter son courant assigné en service continu, on doit faire un essai d'échauffement après remplacement des fusibles pour vérifier que les valeurs d'échauffement spécifiées (voir 4.4) ne sont pas dépassées de plus de 10 K. Une remise en état du combiné est autorisée après l'essai d'échauffement.

6.106 *Essais du mécanisme*

6.106.1 *Conditions générales d'essais*

Sauf spécification contraire; les essais sont effectués à la température de l'air ambiant du local d'essai.

6.106.2 *Essais des tringlages (voir aussi 6.107 de cette norme)*

- 1) Pour vérifier la fiabilité mécanique des tringlages entre le ou les percuteurs des fusibles et le déclencheur de l'interrupteur, on doit effectuer au total 100 manoeuvres avec le type approprié de percuteurs, dont 90 (30 dans chaque pôle) avec un percuteur d'énergie minimale et 10 avec trois percuteurs d'énergie maximale fonctionnant simultanément.

Après cette série d'essais, le fonctionnement mécanique des tringlages de déclenchement doit être pratiquement le même qu'avant les essais.

- 2) Utilisant un fusible factice dont la course de sortie du percuteur a été réglée à la valeur minimale indiquée en 18.13 de la CEI 282-1, on vérifie successivement sur chaque pôle que l'interrupteur soit ne peut se fermer, soit ne peut rester fermé, selon son principe de construction.

NOTE - Pour ces essais, on peut utiliser un dispositif simulant le fonctionnement du percuteur des fusibles.

6.107 *Essais de chocs mécaniques sur les fusibles*

Pendant les essais des tringlages de déclenchement selon 6.106.2 de la présente norme, deux fusibles de construction différente doivent être montés sur les deux pôles du

- b) The combination shall, without reconditioning, be capable of withstanding its rated voltage without dielectric failure.
- c) For those combinations which incorporate a switch-disconnector, the isolating properties of the switch-disconnector in the open position shall not be reduced below those specified (see 4.2) by deterioration of insulating parts in the neighbourhood of, or parallel to, the isolating distance. The requirements for disconnectors in IEC 129 shall be fulfilled.
- d) The combination shall be capable of carrying its rated normal current continuously after renewal of fuses.

Visual inspection and no-load operation of the combination after tests are usually sufficient for checking the above requirements.

In case of doubt as to the ability of the combination to meet the conditions of the foregoing 6.105 b), it shall be subjected to the relevant power-frequency voltage withstand tests in accordance with 7.1 but using 80 % of the prescribed test voltage.

In case of doubt as to the ability of the combination, where applicable, to meet the conditions of the foregoing 6.105 c), it shall be subjected to the relevant power-frequency voltage withstand tests in accordance with 7.1.

In case of doubt as to the ability of the combination to carry the rated normal current, a temperature-rise test shall be made, after renewal of the fuses, to check that the temperature-rise values specified (see 4.4) are not exceeded by more than 10 K. An overhaul of the combination is authorized after the temperature-rise test.

6.106 *Tests on the mechanism*

6.106.1 *General test conditions*

Unless otherwise specified, the tests shall be made at the ambient air temperature of the test location.

6.106.2 *Test of the trip linkages (also refer to 6.107)*

- 1) To test the mechanical reliability of the linkages between the fuse striker(s) and the switch release, a total of 100 operations shall be made with the appropriate type of striker, of which 90 shall be made (30 in each pole) with one striker of minimum energy and 10 with three strikers of maximum energy operating simultaneously.

After performing this test duty, the mechanical functioning of the trip linkages shall be practically the same as before the tests.

- 2) Using a dummy fuse-link with extended striker, set to the minimum actual travel within the tolerance specified in 18.13 of IEC 282-1, for each pole in turn it shall be shown that the switch either cannot be closed or cannot remain closed according to its design.

NOTE - For the purpose of these tests, a device simulating fuse striker operation may be used.

6.107 *Mechanical shock tests on fuses*

During the test of the trip linkages given in 6.106.2 two fuses of different manufacture shall be fitted in the two poles of the combination not fitted with the fuse striker simulating

combiné non équipés du dispositif de simulation du fonctionnement du percuteur, pendant les trois séries de 30 manoeuvres demandées. Chacun des deux fusibles utilisés doit correspondre au type mécaniquement le moins robuste de sa série respective, selon les indications fournies par le constructeur de fusibles.

De plus, dans le cas de fusibles-interrupteurs seulement, on doit effectuer 90 cycles manuels de fermeture-ouverture avec trois fusibles de construction différente montés sur le combiné. Chacun des trois fusibles utilisés doit correspondre au type mécaniquement le moins robuste de sa série respective, selon les indications fournies par le constructeur de fusibles.

Après cette (ces) série(s) d'essais, les fusibles ne doivent présenter ni signe de dommage mécanique, ni changement de leur résistance. Ils ne doivent pas non plus s'être déplacés dans leurs contacts.

On admet que la réussite de la (des) série(s) d'essais précédente(s) est suffisante pour justifier l'emploi d'autres constructions de fusibles sans répéter les essais de chocs mécaniques.

7 Essais individuels de série

La CEI 694 est applicable.

7.1 Essais de tenue à la fréquence industrielle à sec du circuit principal

La CEI 694 est applicable.

7.2 Essais de tenue à la tension des circuits auxiliaires et de commande

La CEI 694 est applicable.

7.3 Mesurage de la résistance du circuit principal

La CEI 694 est applicable, voir aussi la note de 6.4.

7.101 Essais de fonctionnement mécanique

Les essais de fonctionnement sont effectués pour s'assurer que les combinés sont conformes aux conditions de fonctionnement prescrites dans les limites de tension et de pression spécifiées pour l'alimentation de leurs dispositifs de manoeuvre.

Pendant ces essais, on vérifie, en particulier, que les combinés s'ouvrent et se ferment correctement lorsque leurs dispositifs de manoeuvre sont mis sous tension ou sous pression. On vérifie également que la manoeuvre ne cause aucun dommage aux combinés. On utilise des fusibles de dimensions et de masse maximales.

On doit effectuer l'essai suivant sur tous les combinés:

- a) dans les conditions de 6.106.2 sous l'action simulée du percuteur d'énergie minimale d'un fusible: cinq manoeuvres d'ouverture.

device for the three sets of 30 operations involved. Each of the two fuses used shall be the mechanically least robust of their respective series as advised by the fuse manufacturer.

Additionally, in the case of fuse-switches only, 90 close-open operations shall be performed manually with three fuses of different manufacture fitted. Each of the three fuses used shall be the mechanically least robust of their respective series as advised by the fuse manufacturer.

After performing this (these) test duty(ies), the fuses shall show neither signs of mechanical damage nor change in resistance. They shall not have become displaced in their contacts.

The satisfactory performance of the above test duty(ies) can be deemed to be sufficient evidence for justifying the use of makes of fuses other than those tested without further mechanical shock testing.

7 Routine tests

IEC 694 applies.

7.1 *Power-frequency voltage withstand dry tests on the main circuit*

IEC 694 applies.

7.2 *Voltage withstand tests on auxiliary and control circuits*

IEC 694 applies.

7.3 *Measurement of the resistance of the main circuit*

IEC 694 applies, also see note under 6.4.

7.101 *Mechanical operating tests*

Operating tests shall be carried out to ensure that combinations comply with the prescribed operating conditions within the specified voltage and supply pressure limits of their operating devices.

During these tests, it shall be verified, in particular, that the combinations open and close correctly when their operating devices are energized or under pressure. It shall also be verified that operation will not cause any damage to the combinations. Fuses of maximum mass and dimensions shall be fitted.

For all switch-fuse combinations the following test shall be done:

- a) under the conditions of 6.106.2 with the action of one fuse striker of minimum energy simulated: five opening operations.

En outre, on doit effectuer les essais suivants lorsqu'ils s'appliquent:

- b) à la tension maximale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression maximale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé: cinq cycles de manoeuvres;
- c) à la tension minimale d'alimentation spécifiée et/ou à la pression minimale spécifiée d'alimentation en gaz comprimé: cinq cycles de manoeuvres;
- d) si le combiné peut être manoeuvré aussi bien manuellement que par un dispositif électrique ou pneumatique: cinq cycles de manoeuvres manuelles;
- e) pour les combinés manoeuvrés manuellement seulement: dix cycles de manoeuvres;
- f) pour les combinés actionnés par déclencheur seulement, à la tension d'alimentation assignée et/ou à la pression d'alimentation assignée en gaz comprimé: cinq cycles de manoeuvres, le circuit de déclenchement étant alimenté par la fermeture des contacts principaux.

Les essais a), b), c), d) et e) sont effectués sans passage de courant dans les circuits principaux.

Pour les combinés équipés de déclencheurs à maximum de courant, ces déclencheurs doivent être réglés sur le calibre minimal de l'échelle de réglage.

Pendant les essais f), on démontre que les déclencheurs à maximum de courant fonctionnent correctement pour un courant circulant dans le circuit principal n'excédant pas 110 % de la valeur affichée sur l'échelle de réglage.

Ce courant peut être fourni à partir d'une alimentation basse tension appropriée.

Pendant tous les essais individuels de série précédents, aucun réglage ne doit être effectué et le fonctionnement doit être sans défaut. Les positions «ouvert» et «fermé» doivent être atteintes pour chaque cycle de manoeuvre des essais a), b), c), d) et e).

Après les essais, le combiné est examiné pour vérifier qu'aucune pièce n'a subi de dommages et que toutes les parties sont dans un état de fonctionnement satisfaisant.

8 Guide d'application pour le choix des combinés interrupteurs-fusibles selon le service

8.1 Objet

L'objet de ce guide d'application, en liaison avec celui des interrupteurs (voir article 8 de la CEI 265-1) et celui des fusibles (CEI 787) est de spécifier les critères qui permettront de définir le combiné interrupteur-fusibles garantissant un fonctionnement sûr, en utilisant les valeurs des paramètres obtenues lors des essais réalisés conformément aux CEI 265-1 et 282-1 ainsi qu'à la présente norme.

Les critères nécessaires à la coordination des fusibles haute tension avec d'autres constituants du circuit pour les applications de protection de transformateurs ainsi que les indications pour le choix de tels fusibles en fonction de leurs valeurs assignées et de leurs caractéristiques temps-courant sont donnés dans la CEI 787.

Additionally, the following tests shall be done where applicable:

- b) at the specified maximum supply voltage and/or the maximum pressure of the compressed gas supply: five operating cycles;
- c) at the specified minimum supply voltage and/or the minimum pressure of the compressed gas supply: five operating cycles;
- d) if a combination can be operated by hand as well as by its normal electric or pneumatic operating device: five manually operated cycles;
- e) for manually operated combinations only: ten operating cycles;
- f) for release-operated combinations only, at rated supply voltage and/or rated pressure of the compressed gas supply: five operating cycles with a tripping circuit energized by the closing of the main contacts.

The tests a), b), c), d) and e) shall be made without current passing through the main circuit.

For combinations fitted with over-current releases, the releases shall be set at the minimum calibration mark on the over-current scale.

During test f), it shall be shown that the over-current releases operate correctly with a current passing through the main circuit not exceeding 110 % of the setting value on the over-current scale.

This current may be supplied from a suitable low-voltage source.

During all the foregoing routine tests, no adjustments shall be made and the operation shall be faultless. The closed and open positions shall be attained during each operating cycle on tests a), b), c), d) and e).

After the tests, the combination shall be examined to determine that no parts have sustained damage and that all parts are in a satisfactory condition.

8 Application guide for the selection of switch-fuse combinations for service

8.1 Object

The object of this application guide, taken in conjunction with that for switches (see Clause 8 of IEC 265-1) and that for fuses (IEC 787) is to specify criteria for the selection of a combination of switch and fuses which will assure safe operation, using the parameter values established by tests in accordance with IEC 265-1, IEC 282-1 and this standard.

Criteria for the co-ordination of high-voltage fuses with other circuit components in transformer applications and guidance for the selection of such fuses with particular reference to their time-current characteristics and ratings are given in IEC 787.

Les indications pour le choix des interrupteurs seront données dans le guide d'application correspondant de la CEI 265-1.

Les séries d'essais stipulées dans la présente norme ainsi que les indications données dans le but d'appliquer ces essais à d'autres combinés couvrent la plupart des demandes des utilisateurs. Cependant dans certains cas, comme par exemple lorsque l'on veut utiliser des fusibles du type associé d'un autre constructeur alors que les essais de qualification du combiné ont été faits avec des fusibles du type dit à coupure intégrale, il peut être nécessaire de procéder à des essais complémentaires. De tels essais devront faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

8.2 *Coordination de l'interrupteur et des fusibles*

8.2.1 *Pouvoir de coupure assigné*

Le pouvoir de coupure assigné d'un combiné est principalement déterminé par celui des fusibles. Il doit être supérieur ou égal au courant de court-circuit maximal du réseau prévu à l'endroit où le combiné doit être installé.

8.2.2 *Courant assigné en service continu*

On se reportera au 22.2 de la CEI 282-1 qui commente le choix et la définition du courant assigné en service continu des fusibles et explique comment ce courant peut être affecté par le montage de ces fusibles dans une enceinte.

Le courant assigné en service continu d'un combiné interrupteur-fusibles est fixé par le constructeur de cet interrupteur-fusibles sur la base des informations données par les essais d'échauffement et dépend des types et valeurs assignées de l'interrupteur et des fusibles. Il peut devoir être réduit lorsque la température de l'air ambiant en service, dépasse celle qui est spécifiée (voir 2.1 et 2.2 de la CEI 694).

NOTE - Le courant assigné en service continu d'un combiné est généralement inférieur à celui indiqué par le constructeur pour les fusibles, mais ne devra être en aucun cas supérieur.

8.2.3 *Performance sous faibles courants de défaut*

Pour des courants de défaut inférieurs au courant minimal de coupure des fusibles équipant le combiné, le fonctionnement correct du combiné est assuré par le fonctionnement d'un ou plusieurs percuteurs agissant sur le mécanisme de déclenchement de l'interrupteur (provoquant ainsi son déclenchement) avant que le fusible n'ait eu le temps d'être endommagé sous l'effet de son arc interne.

En 6.101.0.3 sont établis les critères qui doivent être respectés pour obtenir un fonctionnement correct. Bien que, dans le cas de la première variante de 6.101.0.3 a) 1), il ne soit stipulé aucune marge entre la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par les fusibles et la durée d'arc tenue sans dommage par les fusibles, des considérations d'ordre pratique suggèrent que cette durée d'arc tenue soit au moins de 50 % supérieure à la durée d'ouverture de l'interrupteur. De cette manière, on obtient une marge de sécurité raisonnable englobant les tolérances de fabrication et les variations des conditions de service.

Guidance for the selection of switches will be given in the pending application guide for IEC 265-1.

The test duties specified in this standard together with the associated guidance as to the application of these tests to other combinations cover most users' requirements. However, some cases, for example to support the use of a back-up fuse by type tests done on the combination using so called full range fuses from another manufacturer, may require additional combination testing. Such testing should be subject to agreement between the manufacturer and user.

8.2 *Co-ordination of switch and fuses*

8.2.1 *Rated short-circuit breaking current*

The rated short-circuit breaking current of a combination is largely determined by that of the fuses and shall be equal to or greater than the maximum expected fault current level of the point in the distribution system at which the combination is to be located.

8.2.2 *Rated normal current*

Reference should be made to 22.2 of IEC 282-1 where comment is made on the rated normal current of fuses and its selection and on how it may be affected by the mounting of the fuses in an enclosure.

The rated normal current of a switch-fuse combination is assigned by the switch-fuse manufacturer on the basis of information gained from temperature-rise tests and will depend on the type and ratings of the switch and the fuses. It may have to be reduced where the ambient temperature in service exceeds the prescribed ambient temperature (see 2.1 and 2.2 of IEC 694).

NOTE - The rated normal current of a combination is generally less than, but should not be in excess of, the rated current of the fuses as assigned by the fuse manufacturer.

8.2.3 *Low over-current performance*

At values of fault current below the minimum breaking current of the fuses fitted in the combination correct operation is assured by the ejection of one or more fuse strikers operating the switch tripping mechanism (and hence causing the switch to open) before the fuse has had time to be damaged by internal arcing.

In 6.101.0.3 are laid down criteria which have to be observed for correct operation to be assured. Whilst, in the case of the first alternative under 6.101.0.3. a) 1), there is no value specified for the margin between the fuse-initiated opening time of the switch and the no-damage withstand time of the fuses, practical considerations suggest a no-damage withstand time of the fuses at least 50 % longer than the fuse-initiated opening time of the switch. In this way, due allowance with a reasonable safety margin will be made for manufacturing tolerances and variations in service conditions.

La seconde variante de 6.101.0.3 a) 1) est basée sur le principe démontré que la durée d'arc d'un fusible, pour un courant juste inférieur au courant minimal réel de coupure, est toujours supérieure à la durée d'arc obtenue pour un courant juste supérieur à ce courant minimal réel. Appliquant ce principe, il est seulement nécessaire d'examiner les enregistrements oscillographiques relevés lors de la série d'essais 3 (de la CEI 282-1) des fusibles et d'en extraire la durée d'arc: si celle-ci est supérieure à la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par le percuteur des fusibles, on considère alors que les conditions de la seconde variante sont remplies.

Pour être strict, dans les paragraphes précédents, il convient de se référer à la durée de coupure et non à la durée d'ouverture de l'interrupteur. Cependant la durée d'ouverture est généralement plus facilement connue et cette approximation est suffisante pour le but recherché.

8.2.4 Courant de transition

Le courant de transition d'un combiné dépend à la fois de la caractéristique temps-courant des fusibles et de la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par les fusibles.

Près du point de transition, pour un défaut triphasé, le fusible le plus rapide fond et coupe la première phase et son percuteur donne l'ordre d'ouverture à l'interrupteur.

Les deux autres phases voient alors un courant réduit (87 %), qui sera interrompu soit par l'interrupteur soit par les deux derniers fusibles. Le point de transition est obtenu lorsque l'ouverture de l'interrupteur et la fusion de ces deux derniers fusibles se produisent simultanément.

D'un point de vue pratique, le courant de transition pour une application donnée est déterminé comme suit:

Porter sur la caractéristique minimale temps-courant (sur la base d'une tolérance sur le courant de -6,5 %) du fusible (voir figure 7) un temps égal à 0,9 fois la durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par les fusibles (voir l'annexe B sur l'origine de cette méthode): le courant associé à ce point est la valeur du courant triphasé de transition. Ce courant ne doit pas être supérieur au courant de transition assigné qui est le courant triphasé annoncé par le constructeur du combiné et utilisé lors de la série d'essais 4; le courant d'essai dans les deux pôles équipés de connexions rigides dans la série d'essais 4 sont parcourus par un courant égal à $\sqrt{3}/2$, c'est-à-dire 0,87 fois le courant triphasé après que le courant, dans le pôle équipé d'un fusible, a été interrompu par ce fusible.

Pour une justification mathématique de cette procédure, se reporter à l'annexe B.

8.2.5 Courant d'intersection

La valeur du courant d'intersection d'un combiné dépend à la fois de la durée d'ouverture de l'interrupteur sous l'action du déclencheur et de la caractéristique temps-courant du fusible. Comme son nom l'indique, c'est la valeur du courant à l'intersection des deux courbes à partir de laquelle les fusibles prennent la relève de l'interrupteur pour assurer la coupure.

* Dans ces paragraphes on utilise une tolérance de $\pm 6,5$ % qui correspond à $\pm 2 \sigma$ de ± 10 %. Cela est basé sur la pratique courante actuelle.

The second alternative under 6.101.0.3 a) 1) is based on the proven concept that the number of cycles of arcing in a fuse at a current just below the true minimum breaking current will always be greater than the number of cycles of arcing at a value of current just above the true minimum breaking current. Using this concept, it is only necessary to examine the oscillographic records of existing test duty 3 in IEC 282-1 on given fuses and measure the arcing time: if it is greater than the fuse-initiated opening time of the associated switch-fuse, then the conditions of the second alternative may be deemed to be satisfied.

The preceding paragraphs, to be strictly correct, should refer to the break-time not the opening time of the switch. However, the opening time is usually more readily available and is accurate enough for the purpose.

8.2.4 *Transfer current*

The transfer current of a combination is dependent upon both the fuse-initiated opening time of the switch and the time-current characteristic of the fuse.

Near the transfer point, under a three-phase fault, the fastest fuse to melt clears the first pole and its striker starts to trip the switch.

The other two poles then see a reduced current (87 %) which will be interrupted by either the switch or the remaining fuses. The transfer point is when the switch opens and the fuse elements melt simultaneously.

From a practical standpoint the transfer current for a given application is determined as follows:

Superimpose upon the minimum pre-arcing time-current characteristic (based on a current tolerance of -6,5 %)* of the fuse (see Figure 7) a time equal to 0,9 times the fuse-initiated opening time of the switch (see Appendix B for the derivation): the associated current is the value of the three-phase transfer current, and must not be greater than the rated transfer current which is the three-phase current determined by the switch-fuse manufacturer and used on test duty 4: the test-current through the two poles of the switch fitted with solid links on test duty 4 is equal to $\sqrt{3}/2$, i.e. 0,87 times this current after the current in the pole fitted with the fuse has been interrupted.

For a mathematical justification of the above procedure, see Appendix B.

8.2.5 *Take-over current*

The value of the take-over current of a combination is dependent upon both the release-initiated opening time of the switch and the time-current characteristic of the fuse. As its name implies, it is the value of over-current above which the fuses take-over the function of current interruption from the release and switch.

* In these sub-clauses a current tolerance of $\pm 6,5\%$ is used (i.e. $\pm 2\sigma$ of $\pm 10\%$). This is based on current practice.

D'un point de vue pratique, le courant d'intersection maximal pour une application donnée est déterminé comme suit:

Porter sur la caractéristique maximale temps-courant (sur la base d'une tolérance sur le courant de $\pm 6,5\%$)* du fusible (voir figure 12) un temps égal à la durée d'ouverture minimale de l'interrupteur sous l'action du déclencheur plus, lorsque c'est le cas, 0,02 s pour représenter le temps de fonctionnement minimal d'un relais externe au combiné: le courant associé à ce point est la valeur du courant d'intersection. Ce courant ne doit pas être supérieur au courant d'intersection assigné annoncé par le constructeur du combiné et utilisé lors de la série d'essais 5.

8.2.6 *Défaut vu du primaire lors d'un court-circuit franc aux bornes secondaires d'un transformateur*

Comme il est indiqué dans la note 2 après les tableaux IV et IVA, ainsi que dans l'article B4 de l'annexe B, le défaut vu côté primaire lors d'un court-circuit franc aux bornes secondaires d'un transformateur entraîne des valeurs de TTR élevées vis-à-vis desquelles l'interrupteur pourrait ne pas être capable de faire face. Les fusibles, de ce fait, doivent être choisis de telle sorte qu'ils éliminent seuls un tel défaut sans faire intervenir l'interrupteur. En pratique, cette condition oblige à s'assurer que le courant de transition du combiné, déterminé selon la méthode décrite au 8.2.4, est inférieur au courant vu du primaire.

NOTE - Dans certains cas, pour remplir cette condition, il peut être nécessaire de choisir le courant assigné du fusible dans la gamme de série R10 plutôt que dans celle de série R5.

Un exemple est donné dans l'annexe A.

8.2.7 *Extension de la validité des essais d'établissement et de coupure*

Comme il a été reconnu qu'il était pratiquement impossible d'essayer tous les combinés interrupteurs-fusibles avec chaque type de fusibles, ou de recommencer les essais chaque fois que les fusibles sont modifiés, la présente norme spécifie les conditions nécessaires pour étendre la validité des essais de fermeture et de coupure à des combinés autres que celui (ceux) essayé(s).

Le constructeur de l'interrupteur-fusibles ou l'utilisateur peuvent, sous leur propre responsabilité, valider eux-mêmes cette extension et décider quels autres types de fusibles peuvent être utilisés valablement dans le combiné.

Les principes qui régissent les conditions de validité d'extension des essais de fermeture et de coupure sont les suivants:

- 1) Tout fusible ou fusible modifié utilisé dans un combiné doit avoir été qualifié selon la CEI 282-1. Cela est nécessaire non seulement pour essayer le fusible lui-même, mais aussi pour fournir les valeurs du courant coupé limité et du I^2t de fonctionnement.
- 2) Le courant coupé et le I^2t de fonctionnement des fusibles ne doivent pas être supérieurs à ceux des fusibles essayés dans le combiné, afin d'être certain que les contacts de l'interrupteur ne seront pas soumis à des contraintes non éprouvées.
- 3) Il doit être prouvé que, pour des courants de défaut de faibles valeurs, l'interrupteur déclenchera avant que les fusibles ne subissent des dommages externes inacceptables.

* Dans ces paragraphes on utilise une tolérance de $\pm 6,5\%$ qui correspond à $\pm 2 \sigma$ de $\pm 10\%$. Cela est basé sur la pratique courante actuelle.

From a practical standpoint the maximum take-over current for a given application is determined as follows:

Superimpose upon the maximum pre-arcing time-current characteristic (based on a current tolerance of +6,5 %)* of the fuse (see Figure 12) a time equal to the minimum release-initiated opening time of the switch plus, where applicable, 0,02 s to represent the minimum operating time of an external relay: the associated current is the value of the take-over current, and shall not be greater than the rated take-over current which is the current determined by the switch-fuse manufacturer and used on test duty 5.

8.2.6 *Primary fault condition caused by a solid short circuit on the transformer secondary terminals*

As indicated in note 2 after Tables IV and IVA and in Appendix B, Clause B4, the primary side fault condition caused by a solid short circuit on the transformer secondary terminals gives rise to severe TRV values which the switch in a combination may not be able to cope with. The fuses, therefore, shall be so chosen that they alone will deal with such a fault condition without throwing any of the breaking duty onto the switch. In practice, this entails ensuring that the transfer current of the combination, found in the manner described in 8.2.4, is less than the foregoing primary fault current.

NOTE - In some cases, in order to achieve this, it may be necessary to choose a fuse with a rated current from the R10 rather than from the R5 series.

An example is given in Appendix A.

8.2.7 *Extension of the validity of making and breaking type tests*

As it is recognized that it may well be impractical to test all combinations of switch and fuses and to carry out repeat tests on combinations whenever the fuse is altered, this standard specifies conditions whereby the validity of the making and breaking type tests may be extended to cover combinations of switch and fuses other than that (those) tested.

The switch-fuse manufacturer or the user can, on their own responsibility, avail themselves of this extension and decide which other types of fuses can validly be used in the combination.

The principles on which the conditions for extending the validity of the making and breaking type tests are based are as follows:

- 1) Any fuse or modified fuse used in a combination shall have been certified to IEC 282-1. This is necessary not only to prove the fuse but also to provide cut-off current and operating I^2t data.
- 2) The cut-off current and operating I^2t of the fuse shall be no greater than those of the fuse tested in the combination in order to ensure that the switch contacts cannot be subjected to unproven conditions.
- 3) There must be evidence that, under low over-current conditions, the switch will trip before any unacceptable external damage to the fuse can occur.

* In these sub-clauses a current tolerance of $\pm 6,5\%$ is used (i.e. $\pm 2\sigma$ of $\pm 10\%$). This is based on current practice.

4) On doit utiliser le même type de percuteur (énergie de fonctionnement) que celui dont étaient équipés les fusibles essayés dans le combiné, afin d'être certain du déclenchement correct de l'interrupteur (voir aussi 5.104).

5) Pour les fusibles-interrupteurs seulement tout changement de la masse des fusibles ne doit pas remettre en cause le fonctionnement mécanique.

8.3 *Fonctionnement*

1) Les trois fusibles employés dans un combiné donné doivent tous être de même type et de même calibre, sinon les performances de coupure du combiné, pourraient en être défavorablement affectées.

2) Il est vital, pour un fonctionnement correct du combiné, que les fusibles soient montés avec le percuteur du bon côté.

3) Quand un interrupteur-fusible a fonctionné sur défaut triphasé, il est possible que:

- a) seulement deux fusibles sur trois aient fonctionné;
- b) les trois fusibles aient fonctionné, mais deux percuteurs seulement sur trois soient sortis.

De tels fonctionnements partiels peuvent se produire sur un fusible dans des conditions de service en triphasé et ne doivent pas être considérés comme anormaux.

4) Lorsqu'un interrupteur-fusible a fonctionné sans indication évidente de défaut, l'examen du fusible ou des fusibles ayant fonctionné peut donner une indication sur le type et la valeur approximative du courant de défaut. Une telle investigation est mieux à la portée du constructeur des fusibles, qui est généralement à même d'offrir de tels services aux utilisateurs.

5) Il est recommandé de remplacer les trois fusibles lorsque les fusibles du combiné ont fonctionné sur un ou deux pôles à moins qu'on ne sache avec certitude qu'aucune surcharge n'a traversé les fusibles non fondus.

6) Avant d'enlever ou de remplacer des fusibles, l'opérateur devra s'assurer que le porte-fusible est électriquement déconnecté de toutes les parties qui peuvent encore être sous tension. Cela est particulièrement important dans les cas où le porte-fusible n'est pas électriquement isolé d'une manière visible.

8.4 *Verrouillages*

Le paragraphe 5.105 de la CEI 298 et l'article 19 de la CEI 466 s'appliquent selon le cas.

9 **Information à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes**

Le constructeur du combiné doit donner, outre les grandeurs assignées, les informations suivantes:

- a) La puissance de dissipation maximale admissible du combiné (voir 6.3 d)).
- b) Le courant coupé limité maximal auquel l'interrupteur a été éprouvé et qu'il est capable de supporter (voir 6.101.0.1: condition complémentaire pour la série d'essais 1).
- c) La valeur maximale du I^2t sous laquelle l'interrupteur a été éprouvé et qu'il est capable de supporter (voir 6.101.0.1 et 6.101.0.2: conditions complémentaires pour les séries d'essais respectivement 1 et 2).

4) The same type of fuse striker (energy output) as that fitted to the fuse tested in the combination shall be used in order to give assurance that the switch will trip (see also 5.104).

5) For fuse-switches only, any change in fuse-link mass shall not invalidate the mechanical operation.

8.3 Operation

1) The three fuses fitted in a given combination shall all be of the same type and current rating, otherwise the breaking performance of the combination could be adversely affected.

2) It is vital, for the correct operation of the combination, that the fuses are inserted with the strikers the correct way round.

3) When a switch-fuse has operated as a result of a three-phase fault, it is possible for:

- a) only two out of the three fuses to have operated;
- b) all three fuses to have operated but for only two out of the three strikers to have ejected.

Such partial operation of one fuse can occur under three-phase service conditions and is not to be considered abnormal.

4) Where a switch-fuse has operated without any obvious signs of a fault on the system, examination of the operated fuse or fuses may give an indication as to the type of fault current and its approximate value. Such an investigation is best carried out by the fuse manufacturer who is usually prepared to offer such a service to users.

5) It is advisable to discard and replace all three fuses when the fuse(s) in one or two poles of a combination has operated unless it is definitely known that no over-current has passed through the unmelted fuse(s).

6) Before removing or replacing fuses, the operator should satisfy himself that the fuse-mount is electrically disconnected from all parts of the combination which could still be electrically energized. This is especially important when the fuse-mount is not visibly isolated.

8.4 Interlocks

Sub-clause 5.105 of IEC 298 and Clause 19 of IEC 466 apply as appropriate.

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

The combination manufacturer shall give, apart from the rated quantities, the following information:

- a) The maximum acceptable power dissipation of the combination (see 6.3. d)).
- b) The maximum cut-off current that the switch has been proven to be able to deal with (see 6.101.0.1: additional conditions for test duty 1).
- c) The maximum I^2t that the switch has been proven to be able to deal with (see 6.101.0.1 and 6.101.0.2 : additional conditions for test duties 1 and 2 respectively).

- d) La durée d'ouverture de l'interrupteur provoquée par le percuteur des fusibles (voir 6.101.0.3 et 6.103.4) et également, lorsqu'elle s'applique, la durée minimale d'ouverture de l'interrupteur provoquée par le déclencheur (voir 8.2.5).
- e) Les types et les dimensions des fusibles qui peuvent être utilisés dans le combiné.
- f) Le type de percuteur des fusibles (moyen ou fort).
- g) Le courant de transition assigné (voir 6.103.4) et également, lorsqu'il s'applique, le courant d'intersection assigné (voir 6.103.5).
- h) La méthode de fonctionnement: manuelle ou à source d'énergie.
- j) Le milieu de remplissage (type et quantité) lorsqu'il y en a un.

Quand un utilisateur souhaite utiliser des fusibles d'un type différent de ceux rappelés en e) ci-dessus, mais de mêmes dimensions, il devra, outre se référer au guide d'application (article 8), demander les informations suivantes au constructeur des fusibles conformément à la CEI 282-1:

- k) Les caractéristiques I^2t des fusibles (selon la CEI 282-1).
- l) Les caractéristiques de courant coupé limité.
- m) La durée d'arc maximale comme stipulé au 6.101.0.3 a) 1).
- n) Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit.
- o) Le courant minimal de coupure.
- p) La puissance dissipée sous son courant assigné.
- q) La caractéristique temps-courant de préarc.
- r) Type de percuteur des fusibles (moyen ou fort).

10 Règles pour le transport, le stockage, l'installation et la maintenance

La CEI 694 est applicable.

Les fusibles haute tension, quoique d'un aspect externe robuste, peuvent avoir des éléments fusibles relativement fragiles. En conséquence, il convient que les fusibles soient conservés dans leur emballage de protection jusqu'à leur mise en place et soient manipulés, au moins avec les mêmes précautions que les relais, les appareils de mesure, ou autres appareils similaires. Lorsque les fusibles sont déjà montés sur le combiné, il convient de les retirer provisoirement jusqu'à la mise en place définitive du combiné.

10.1 Conditions à respecter durant le transport, le stockage et l'installation

La CEI 694 est applicable.

10.2 Installation

La CEI 694 est applicable.

10.3 Maintenance

La CEI 694 est applicable.

d) The fuse-initiated opening time of the switch (see 6.101.0.3 and 6.103.4); and also, where applicable, the minimum release-initiated opening time of the switch (see 8.2.5).

e) The types and dimensions of the fuses which can be used in the combination.

f) Type of fuse striker (medium or heavy).

g) The rated transfer current (see 6.103.4) and also, where applicable, the rated take-over current (see 6.103.5).

h) Method of operation, whether manual or power.

j) Filling medium (type and amount), where applicable.

Where a user wishes to use a fuse of a type different from those listed under e) above but of the same dimensions, he should, in addition to referring to the application guide (Clause 8), request the following information from the fuse manufacturer in accordance with IEC 282-1.

k) The I^2t characteristic (according to IEC 282-1).

l) The cut-off current characteristic.

m) The maximum length of arcing time as stipulated in 6.101.0.3 a) 1).

n) Rated short-circuit breaking current.

o) Rated minimum breaking current.

p) Power dissipation at rated current.

q) Pre-arcing time-current characteristic.

r) Type of fuse striker (medium or heavy).

10 Rules for transport, storage, erection and maintenance

IEC 694 applies.

High-voltage fuses, although robust in external appearance, may have fuse-elements of relatively fragile construction. Fuses should, therefore, be kept in their protective packaging until ready for installation and should be handled with the same degree of care as a relay, meter or other similar item. Where fuses are already fitted in a switch-fuse unit they should be temporarily removed while the unit is manhandled into position.

10.1 *Conditions during transport, storage and erection*

IEC 694 applies.

10.2 *Erection*

IEC 694 applies.

10.3 *Maintenance*

IEC 694 applies.

Annexe A

Exemple de coordination entre les fusibles, l'interrupteur et le transformateur

Le transformateur est choisi par l'utilisateur pour son service particulier, fixant ainsi les valeurs du courant à pleine charge et du courant de surcharge admissible.

Le courant de court-circuit maximal du réseau haute tension est connu.

On considère, pour cet exemple, un transformateur 11 kV - 400 KVA dans un réseau haute tension dont le courant de court-circuit maximal est de 16 kA.

- a) Le courant à pleine charge est approximativement de 21 A,
- b) Le courant de surcharge périodique admissible est de, disons, 150 % sur la prise de réglage «-5 %» du transformateur soit approximativement:

$$21 \text{ A} \times 1,05 \times 1,5 = 33 \text{ A}$$

- c) Le courant magnétisant à la mise sous tension est au maximum de:

$$21 \text{ A} \times 12 = 252 \text{ A}$$

pendant une durée de 0,1 s (article 4 a) de la CEI 787).

La température de l'air ambiant sur le site est de 45 °C, soit 5 °C au-dessus de la norme.

Supposons que l'utilisateur ait décidé d'utiliser un combiné interrupteur-fusible de 12 kV d'un certain constructeur pour protéger ce transformateur.

Le constructeur doit pouvoir fournir une liste de fusibles utilisables dans le combiné et indiquer lequel de ceux-ci est le plus approprié pour cette application particulière.

Cette liste de fusibles aura été établie par le constructeur de l'interrupteur-fusible sur la base des essais de type effectués sur cet interrupteur-fusible conformément à la présente norme et en appliquant les clauses d'extension de validité (voir 8.2.7).

Supposons qu'il conseille l'emploi d'un fusible 12 kV, 40 A, 16 kA (au moins) d'un type et d'un constructeur donné. Pour justifier ce choix le constructeur de l'interrupteur-fusible devra s'assurer que:

- 1) Le fusible peut supporter les 252 A de courant d'appel du transformateur pendant 0,1 s (article 4 a) de la CEI 787). Il devra normalement s'en assurer en examinant la caractéristique temps-courant du fusible et/ou en consultant le constructeur du fusible sur ce point.

Appendix A

Example of the co-ordination of fuses, switch and transformer

The transformer is chosen by the user for its particular duty thus fixing values of the full load current and permissible overload current.

The maximum fault level of the high-voltage system is known.

For the purpose of this example take an 11 kV, 400 kVA transformer on a high-voltage system with maximum fault level of 16 kA:

- a) full load current is 21 A approximately;
- b) permissible periodic overload is, say, 150 %, on the "-5 %" tapping of the transformer, i.e. approximately:

$$21 \text{ A} \times 1,05 \times 1,5 = 33 \text{ A}$$

- c) magnetising inrush current is:

$$21 \text{ A} \times 12 = 252 \text{ A}$$

maximum for a duration of 0,1 s (Clause 4 a) of IEC 787).

Site ambient air temperature is 45 °C, i.e. 5 °C above standard.

Suppose the user has decided that a 12 kV switch-fuse combination from a certain manufacturer will be used to control and protect the transformer.

The manufacturer will be able to provide a list of the fuses which can be used in the combination and will be able to advise which of these are suitable for the application.

This list of fuses will have been drawn up by the switch-fuse manufacturer on the basis of appropriate type tests on the switch-fuse combination to this standard and by the application of its extension of validity clauses (see 8.2.7).

Suppose he advises that a 12 kV, 40 A, 16 kA (at least) back-up fuse of a given type from a certain fuse manufacturer is suitable. To justify this advice, the switch-fuse manufacturer will have ascertained that:

- 1) The fuse can withstand the 252 A magnetizing inrush current of the transformer for 0,1 s (Clause 4 a) of IEC 787): he will normally do this by examining the fuse time-current characteristic and/or consulting the fuse manufacturer.