

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60077-5

Première édition
First edition
2003-07

**Applications ferroviaires –
Equipements électriques du matériel roulant –**

**Partie 5:
Composants électrotechniques –
Règles pour les fusibles à haute tension**

**Railway applications –
Electric equipment for rolling stock –**

**Part 5:
Electrotechnical components –
Rules for HV fuses**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60077-5:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60077-5

Première édition
First edition
2003-07

**Applications ferroviaires –
Equipements électriques du matériel roulant –**

**Partie 5:
Composants électrotechniques –
Règles pour les fusibles à haute tension**

**Railway applications –
Electric equipment for rolling stock –**

**Part 5:
Electrotechnical components –
Rules for HV fuses**

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
3.1 Composants	12
3.2 Caractéristiques de fonctionnement	14
4 Classification	18
4.1 Zone de coupure (voir aussi Annexe B)	18
4.2 Catégorie d'utilisation	18
5 Caractéristiques	18
6 Informations concernant le produit	20
6.1 Documentation	20
6.2 Marquage	20
7 Conditions de service normal	20
8 Prescriptions de construction et de fonctionnement	22
8.1 Prescriptions de construction	22
8.2 Prescriptions de fonctionnement	22
9 Essais	26
9.1 Nature des essais	26
9.2 Essais de vérification des prescriptions de construction	28
9.3 Essais de type pour la vérification des prescriptions de fonctionnement	28
9.4 Essais de série pour la vérification des prescriptions de fonctionnement	44
Annexe A (normative) Connexion pour les essais d'échauffement	46
Annexe B (informative) Comparaison entre les caractéristiques temps-courant des fusibles «a» et «g»	48
Annexe C (informative) Schéma du circuit d'essai pour les essais de pouvoir de coupure	50
Annexe D (informative) Vérification du pouvoir de coupure	52
Figure A.1 – Connexion pour les essais d'échauffement	46
Figure B.1 – Comparaison entre les caractéristiques temps-courant des fusibles «a» et «g»	48
Figure C.1 – Schéma du circuit d'essai pour les essais de pouvoir de coupure	50
Figure D.1 – Etalonnage du circuit d'essai	52
Figure D.2 – Fonctionnement lorsque l'instant de début d'arc se situe après la valeur de crête du courant	54
Figure D.3 – Fonctionnement lorsque l'instant de début d'arc se situe avant la valeur de crête du courant	54
Tableau 1 – Temps conventionnels pour les éléments de remplacement «g»	20
Tableau 2 – Tensions assignées et tensions d'essai des fusibles à courant continu alimentés par la ligne	24

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope and object	11
2 Normative references	11
3 Definitions	13
3.1 Components	13
3.2 Operational characteristics	15
4 Classification	19
4.1 Breaking range (see also Annex B)	19
4.2 Utilisation category	19
5 Characteristics	19
6 Product information	21
6.1 Documentation	21
6.2 Marking	21
7 Normal service conditions	21
8 Constructional and performance requirements	23
8.1 Constructional requirements	23
8.2 Performance requirements	23
9 Tests	27
9.1 Kinds of tests	27
9.2 Tests for the verification of constructional requirements	29
9.3 Type tests for the verification of performance requirements	29
9.4 Routine tests for the verification of performance requirements	45
Annex A (normative) Connection diagram for temperature-rise tests	47
Annex B (informative) Comparison between “a” and “g” fuse time current characteristics	49
Annex C (informative) Diagram of the test circuit for breaking capacity tests	51
Annex D (informative) Verification of breaking capacity	53
Figure A.1 – Connection diagram for temperature-rise tests	47
Figure B.1 – Comparison between “a” and “g” fuse time current characteristics	49
Figure C.1 – Diagram of the test circuit for breaking capacity tests	51
Figure D.1 – Test circuit calibration	53
Figure D.2 – Breaking operation when the instant of arc initiation is after the peak value of the current	55
Figure D.3 – Breaking operation when the instant of arc initiation is prior to the peak value of the current	55
Table 1 – Conventional times for “g” fuse-links	21
Table 2 – Rated and test voltages for d.c. fuse-links supplied from the contact line	25

Tableau 3 – Séquence d'essais pour le courant assigné le plus élevé d'une série homogène	30
Tableau 4 – Séquence d'essais pour le courant assigné le plus faible d'une série homogène	32
Tableau 5 – Séquence des essais pour les courants assignés intermédiaires d'une série homogène	34
Tableau 6 – Tolérances sur les valeurs d'essai	34
Tableau 7 – Valeurs des paramètres pour les essais de coupure en courant continu des éléments de remplacement	38
Tableau 8 – Constante de temps du circuit d'essai	40

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60077-5:2003

Withd 2003

Table 3 – Sequence of tests for the highest rating of a homogenous series	31
Table 4 – Sequence of tests for the lowest rating of a homogenous series	33
Table 5 – Sequence of tests for intermediate ratings of a homogenous series	35
Table 6 – Tolerances on test values	35
Table 7 – Parameters for breaking capacity tests of d.c. fuse-links.....	39
Table 8 – Time constant of the test circuit.....	41

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60077-5:2003

Withd2Wm

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONNALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DU MATÉRIEL ROULANT –

Partie 5: Composants électrotechniques – Règles pour les fusibles à haute tension

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale 60077-5 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60077-1 et la CEI 60077-2.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/752/ FDIS	9/762/RVD

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK –

Part 5: Electrotechnical components – Rules for HV fuses

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60077-5 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This standard shall be read in conjunction with IEC 60077-1 and IEC 60077-2.

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

FDIS	Report on voting
9/752/FDIS	9/762/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 60077 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant*:

Partie 1 – Conditions générales de service et règles générales

Partie 2 – Composants électrotechniques – Règles générales

Partie 3 – Composants électrotechniques – Règles pour disjoncteurs à courant continu

Partie 4 – Composants électrotechniques – Règles pour disjoncteurs à courant monophasé

Partie 5 – Composants électrotechniques – Règles pour les fusibles à haute tension

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2011. A cette date, la publication sera

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 60077 consists of the following parts under the general title *Railway applications – Electric equipment for rolling stock*:

Part 1 – General service conditions and general rules

Part 2 – Electrotechnical components – General rules

Part 3 – Electrotechnical components – Rules for d.c. circuit-breakers

Part 4 – Electrotechnical components – Rules for a.c. circuit-breakers

Part 5 – Electrotechnical components – Rules for HV fuses

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2011. At this date, the publication will be

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

APPLICATIONS FERROVIAIRES – ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DU MATÉRIEL ROULANT –

Partie 5: Composants électrotechniques – Règles pour les fusibles à haute tension

1 Domaine d'application et objet

L'objet de la présente partie de la CEI 60077 est de fournir des prescriptions complémentaires ou modifiées pour les fusibles à haute tension en supplément à celles données dans la CEI 60077-2.

NOTE Dans la présente norme de produit, le terme fusible à haute tension est utilisé dans le contexte des tensions utilisées dans le domaine du matériel de traction pour le chemin de fer.

La présente norme de produit donne des règles pour les fusibles à haute tension qui doivent être connectés dans les circuits de puissance et/ou auxiliaires. La tension nominale de ces circuits est située entre 600 V et 3 000 V à courant continu, selon la CEI 60850. Ces fusibles peuvent aussi être utilisés dans les circuits auxiliaires à courant alternatif jusqu'à une tension nominale de 1 500 V.

NOTE Certaines de ces règles peuvent, après accord entre l'utilisateur et le fabricant, être utilisées pour les fusibles installés sur des véhicules autres que du matériel roulant ferroviaire, tels que des locomotives pour les mines, trolleybus, etc.

La présente norme et la CEI 60077-2, définissent spécifiquement:

- a) les caractéristiques des fusibles;
- b) les conditions de service que les fusibles doivent respecter en référence:
 - au fonctionnement et au comportement en service normal;
 - au fonctionnement et au comportement en cas de court-circuit;
 - aux propriétés diélectriques.
- c) les essais destinés à vérifier la conformité du fusible avec les caractéristiques dans les conditions de service et les méthodes à adopter pour ces essais;
- d) les informations à porter sur le fusible ou à fournir avec le fusible.

La présente norme ne couvre pas la connexion des fusibles en parallèle.

Durant la préparation de la présente norme de produit, la CEI 60269-1 et la CEI 60282-1 ont été consultées et leurs prescriptions ont été conservées dans la mesure du possible.

La présente norme de produit fait référence aux règles générales pour les composants électrotechniques données dans la CEI 60077-2, mais pour les conditions générales elle se réfère directement à la CEI 60077-1.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK –

Part 5: Electrotechnical components – Rules for HV fuses

1 Scope and object

The purpose of this part of IEC 60077 is to give additional or amended rules for high voltage fuses as a supplement to those given by IEC 60077-2.

NOTE In this product standard the term high voltage fuses is used in the context of the voltages used in the field of railway rolling stock.

The high voltage fuses concerned are those to be connected into power and/or auxiliary circuits. The nominal voltage of these circuits lies between 600 V d.c. and 3 000 V d.c., according to IEC 60850. These fuses may also be used in auxiliary a.c. circuits up to a nominal voltage of 1 500 V.

NOTE Certain of these rules may, after agreement between user and manufacturer, be used for fuses installed on vehicles other than rail rolling stock such as mine locomotives, trolleybuses, etc.

This product standard together with IEC 60077-2 states specifically:

- a) the characteristics of the fuses;
- b) the service conditions with which the fuses have to comply with reference to:
 - operation and behaviour in normal service;
 - operation and behaviour in case of short circuit;
 - dielectric properties.
- c) the tests intended for confirming the compliance of the fuse with the characteristics under the service conditions and the methods to be adopted for these tests;
- d) the information to be marked on, or given with, the fuse.

This standard does not cover parallel connection of fuses.

During preparation of this product standard, IEC 60269-1 and IEC 60282-1 have been considered and their requirements have been kept as far as possible.

This product standard makes reference to the general rules for electrotechnical components given in IEC 60077-2, but for general conditions reference is made directly to IEC 60077-1.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

CEI 60050(811):1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 811: Traction électrique*

CEI 60077-1:1999, *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant – Partie 1: Conditions générales de service et règles générales*

CEI 60077-2:1999, *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant – Partie 2: Composants électrotechniques – Règles générales*

CEI 60269-1:1998, *Fusibles basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60282-1:2002, *Fusibles à haute tension – Partie 1: Fusibles limiteurs de courant*

CEI 60850:2000, *Applications ferroviaires – Tension d'alimentation des systèmes de traction*

CEI 61373:1999, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60077-1 et la CEI 60077-2 ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Composants

3.1.1 fusible

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

[VEI 441-18-01]

3.1.2 élément de remplacement

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

[VEI 441-18-09]

3.1.3 élément fusible

partie de l'élément de remplacement destinée à fondre sous l'action d'un courant dépassant une valeur déterminée pendant une durée déterminée

[VEI 441-18-08]

3.1.4 socle

partie fixe d'un fusible munie de contacts et de bornes

[VEI 441-18-02]

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switch-gear, controlgear and fuses*

IEC 60050(811):1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*

IEC 60077-1:1999, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 1: General service conditions and general rules*

IEC 60077-2:1999, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Part 2: Electrotechnical components – General rules*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60282-1:2002, *High-voltage fuses – Part 1: Current – limiting fuses*

IEC 60850:2000, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*

IEC 61373:1999, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60077-1 and IEC 60077-2 together with the following definitions apply.

3.1 Components

3.1.1

fuse

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

[IEV 441-18-01]

3.1.2

fuse-link

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

[IEV 441-18-09]

3.1.3

fuse-element

part of the fuse-link designed to melt under the action of current exceeding some definite value for a definite period of time

[IEV 441-18-08]

3.1.4

fuse-base

fixed part of a fuse provided with contacts and terminals

[IEV 441-18-02]

3.1.5

dispositif indicateur

partie d'un fusible destinée à indiquer si celui-ci a fonctionné.

[VEI 441-18-17]

3.2 Caractéristiques de fonctionnement

3.2.1

courant présumé

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

[VEI 441-17-01, modifiée]

3.2.2

valeur de crête du courant présumé

valeur de crête du courant présumé durant la période transitoire suivant le début du courant de défaut

[VEI 441-17-02, modifiée]

NOTE Ce terme est généralement associé aux conditions de court-circuit.

3.2.3

durée de préarc

intervalle de temps qui s'écoule à partir du moment où commence à circuler un courant suffisant pour provoquer une coupure dans le ou les éléments fusibles jusqu'à l'instant où un arc commence à se former

[VEI 441-18-21]

3.2.4

durée d'arc

intervalle de temps entre l'instant de début de l'arc dans un fusible et l'instant de l'extinction finale de l'arc dans ce fusible

[VEI 441-17-37, modifiée]

3.2.5

durée de fonctionnement

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

[VEI 441-18-22]

3.2.6

tension d'arc

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

[VEI 441-18-30]

3.2.7

valeur crête de la tension d'arc

valeur maximale instantanée de la tension qui, dans des conditions prescrites, apparaît aux bornes du fusible pendant la durée d'arc

[VEI 441-17-30, modifiée]

NOTE Après l'extinction de l'arc, une surtension (tension transitoire de rétablissement) peut apparaître aux bornes du fusible. Sa valeur dépend des caractéristiques du circuit et de celles du fusible. Cette surtension n'est pas prise en compte dans la valeur crête de la tension d'arc (voir Figures D.2 et D.3).

3.1.5**indicating device**

part of a fuse provided to indicate whether the fuse has operated

[IEV 441-18-17]

3.2 Operational characteristics**3.2.1****prospective current**

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

[IEV 441-17-01, modified]

3.2.2**prospective peak current**

peak value of a prospective current during the transient period following fault current initiation

[IEV 441-17-02, modified]

NOTE This term is commonly associated with short-circuit conditions.

3.2.3**pre-arcing time**

interval of time between the beginning of a current large enough to cause a break in the fuse-elements and the instant when an arc is initiated

[IEV 441-18-21]

3.2.4**arcing time**

interval of time between the instant of the initiation of the arc in a fuse and the instant of final arc extinction in that fuse

[IEV 441-17-37, modified]

3.2.5**operating time**

sum of the pre-arcing time and the arcing time

[IEV 441-18-22]

3.2.6**arc voltage**

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

[IEV 441-18-30]

3.2.7**peak arc voltage**

maximum instantaneous value of voltage which under prescribed conditions appears across the terminals of a fuse during the arcing time

[IEV 441-17-30, modified]

NOTE After extinction of the arc, an overvoltage (transient recovery voltage) may be present across the terminals. The value of this will depend on the circuit characteristics and the fuse. This overvoltage is not part of the peak arc voltage (see Figures D.2 and D.3).

3.2.8

tension de rétablissement à la fréquence industrielle ou en courant continu

tension de rétablissement dans un circuit après la disparition des phénomènes transitoires de tension, exprimée par la valeur moyenne s'il y a une ondulation

[VEI 441-17-28, modifiée]

NOTE Ceci est représenté par B_1 et B_2 dans les Figures D.2 et D.3.

3.2.9

courant coupé limité

valeur instantanée maximale du courant atteinte pendant le fonctionnement d'un fusible

[VEI 441-17-12, modifiée]

3.2.10

I^2t (intégrale de joule)

intégrale du carré du courant pour un intervalle de temps donné

[VEI 441-18-23]

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

NOTE 1 Le I^2t de préarc est l'intégrale I^2t appliquée à la durée de préarc du fusible.

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

NOTE 3 L'énergie en joules libérée dans un ohm de résistance dans un circuit protégé par un fusible est égale à la valeur du I^2t de fonctionnement exprimée en A^2s .

3.2.11

caractéristique temps-courant

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

[VEI 441-17-13]

3.2.12

courant conventionnel de non-fusion

valeur spécifiée du courant que peut supporter sans fondre l'élément de remplacement pendant un intervalle de temps spécifié, dit temps conventionnel

[VEI 441-18-27]

3.2.13

courant conventionnel de fusion

valeur spécifiée du courant qui provoque le fonctionnement de l'élément de remplacement avant la fin d'un intervalle de temps spécifié, dit temps conventionnel

[VEI 441-18-28]

3.2.14

valeur assignée

une valeur quantitative, généralement assignée par un constructeur, dans des conditions spécifiées de fonctionnement d'un fusible

[VEI 811-11-02, modifiée]

NOTE Les valeurs généralement définies pour les fusibles sont la tension, le courant, le pouvoir de coupure et la puissance dissipée.

3.2.8

d.c. or power frequency steady-state recovery voltage

recovery voltage in a circuit after the transient voltage phenomena have subsided, expressed by the mean value where ripple is present

[IEV 441-17-28, modified]

NOTE This is shown as B_1 and B_2 in Figures D.2 and D.3.

3.2.9

peak let-through current

maximum instantaneous value of current attained during the operation of a fuse

[IEV 441-17-12, modified]

3.2.10

I^2t ; Joule integral

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

[IEV 441-18-23]

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

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

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

NOTE 3 The energy in joules liberated in one ohm of resistance in a circuit protected by a fuse is equal to the value of the operating I^2t expressed in A^2s .

3.2.11

time-current characteristic

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

[IEV 441-17-13]

3.2.12

conventional non-fusing current

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

[IEV 441-18-27]

3.2.13

conventional fusing current

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

[IEV 441-18-28]

3.2.14

rated value

quantity value, generally assigned by a manufacturer, for a specified operating condition of a fuse

[IEV 811-11-02, modified]

NOTE The rated values usually stated for fuses are voltage, current, breaking capacity and power dissipation.

4 Classification

4.1 Zone de coupure (voir aussi Annexe B)

Les éléments de remplacement sont classés selon qu'ils sont:

élément de remplacement «g» – avec un pouvoir de coupure pour toutes les surcharges, c'est-à-dire capable de couper, dans des conditions spécifiées, tous les courants qui causent la fusion de l'élément fusible jusqu'à son pouvoir de coupure assigné,

élément de remplacement «a» – avec un pouvoir de coupure partiel, c'est-à-dire capable de couper, dans des conditions spécifiées, tous les courants depuis son courant minimum de coupure jusqu'à son pouvoir de coupure assigné. Il peut être utilisé en association avec un autre organe de coupure lorsque la protection est demandée contre les surcharges inférieures à son pouvoir de coupure minimum.

NOTE Les éléments de remplacement pour la protection des dispositifs à semi-conducteur, des moteurs, etc., peuvent être des exemples d'éléments de remplacement de protection «a».

4.2 Catégorie d'utilisation

Les fusibles peuvent être rangés par catégories suivant qu'ils sont soumis, en régime normal, à:

- des valeurs de courant qui n'excèdent pas leur valeur assignée permanente;
- des valeurs de courant qui, pendant des périodes brèves, excèdent régulièrement leur valeur assignée permanente, comme cela se produit lors du démarrage d'une machine rotative;
- des valeurs de courant qui n'excèdent pas leur valeur assignée permanente mais qui sont interrompus ou qui changent sensiblement et fréquemment;

ou qu'ils doivent fournir une protection particulière comme, par exemple:

- la protection des semi-conducteurs, pour lesquels un fonctionnement rapide est requis pour limiter le courant coupé et le I^2t de fonctionnement;
- la nécessité d'un fonctionnement retardé.

5 Caractéristiques

Les caractéristiques d'un fusible doivent être définies en termes de:

- tension(s) assignée(s) en courant continu et/ou alternatif;
- courant assigné (I_n);
- fréquence assignée;
- pouvoir de coupure assigné;
- zone de coupure;
- puissance dissipée assignée;
- caractéristique temps-courant. Les temps et courants conventionnels pour les éléments de remplacement «g» sont donnés dans le Tableau 1;
- capacité de surcharge;
- caractéristiques I^2t (I^2t minimum de préarc et I^2t maximum de fonctionnement);
- caractéristique d'amplitude du courant coupé en fonction du courant présumé et de la constante de temps;
- facteur de correction du courant assigné en fonction de la température ambiante;
- tension de coupure maximale en fonction de la tension de fonctionnement;
- tension d'isolement pour les socles.

4 Classification

4.1 Breaking range (see also Annex B)

Fuse-links are classified according to whether they are:

“g” fuse-link – with a full range breaking capacity, i.e. capable under specified conditions of breaking all currents which cause melting of the fuse-element up to its rated breaking capacity;

“a” fuse-link – with a partial range breaking capacity, i.e. capable of breaking under specified conditions all currents between their minimum breaking capacity and their rated breaking capacity. They may be used in conjunction with another switching device where protection is required against over-currents below their minimum breaking capacity.

NOTE Examples of “a” fuse-link protection may be those for protection of semi-conductor devices, motors, etc.

4.2 Utilisation category

Fuse-links may be categorised according to whether they are to be subjected in normal service to:

- current values which do not exceed their continuous rating;
- current values which briefly exceed their continuous rating on a regular basis, such as when starting a rotating machine;
- current values which do not exceed their continuous rating but which are switched or change significantly in a frequently repeated pattern;

or they have to provide a special protection as, for example:

- semi-conductor conditions, where fast action is required in order to limit the peak let-through current and the operating $I^2 t$;
- provide a time delayed operation.

5 Characteristics

The characteristics of a fuse shall be stated in terms of the following:

- rated voltage(s) d.c. and/or a.c.;
- rated current (I_n);
- rated frequency;
- rated breaking capacity;
- breaking range;
- rated power dissipation;
- time-current characteristics. The conventional times and currents for “g” fuse-links are given in Table 1;
- overload capability;
- $I^2 t$ characteristics (minimum pre-arcing $I^2 t$ and maximum operating $I^2 t$);
- peak let-through current related to prospective current and time constant;
- current rating correction factors versus ambient temperature;
- peak arc voltage related to operating voltage;
- rated insulation voltage for fuse-bases.

Quand elles sont présentées graphiquement, les caractéristiques I^2t doivent être tracées avec le courant présumé en abscisse et les valeurs de I^2t en ordonnée. Des échelles logarithmiques doivent être utilisées pour les deux axes de coordonnées.

Tableau 1 – Temps conventionnels pour les éléments de remplacement «g»

Courant assigné A	Temps spécifié (temps conventionnel) h
$I_n \leq 63$	1
$63 < I_n \leq 160$	2
$160 < I_n \leq 400$	3
$I_n > 400$	4

6 Informations concernant le produit

6.1 Documentation

Cette information doit être donnée dans le catalogue ou le manuel du constructeur.

Le paragraphe 6.1 de la CEI 60077-2 s'applique avec les compléments suivants:

- tension assignée;
- courant assigné;
- pouvoir de coupure assigné et constante de temps;
- utilisation recommandée (voir 4.2);
- caractéristiques I^2t (I^2t minimum de préarc et I^2t maximum de fonctionnement);
- facteur de correction du courant assigné en fonction de la température, de la charge variable ou de la surcharge;
- dimensions;
- instructions spéciales de stockage, d'installation et de maintenance, si applicable.

6.2 Marquage

Les éléments de remplacement et les socles doivent posséder des plaques lisibles et durables ou des marquages gravés en accord avec 6.2 de la CEI 60077-2.

Le marquage de l'élément de remplacement et du socle doit comprendre les données suivantes:

- nom ou marque de fabrique du constructeur;
- désignation du type selon le constructeur;
- tension assignée en courant alternatif ou continu;
- courant assigné.

7 Conditions de service normal

Ces conditions sont données dans l'Article 7 de la CEI 60077-1.

When presented graphically, the I^2t characteristics shall be given with prospective current as abscissa and I^2t values as ordinate. Logarithmic scales shall be used on both co-ordinate axes.

Table 1 – Conventional times for “g” fuse-links

Rated current A	Specified time (conventional time) h
$I_n \leq 63$	1
$63 < I_n \leq 160$	2
$160 < I_n \leq 400$	3
$I_n > 400$	4

6 Product information

6.1 Documentation

This information shall be given in the manufacturer's catalogue or manual.

Subclause 6.1 of IEC 60077-2 applies, supplemented by the following:

- rated voltage;
- rated current;
- rated breaking capacity and time constant;
- suitable applications – see 4.2;
- I^2t characteristics (minimum pre-arcing I^2t and maximum operating I^2t);
- correction factors for current rating versus ambient temperature, varying load and overload;
- physical dimensions;
- special instructions for storage, installation, maintenance, if applicable.

6.2 Marking

Fuse-links and fuse-bases shall possess durable and legible nameplates or engraved markings in accordance with 6.2 of IEC 60077-2.

The markings of the fuse-link and fuse-base shall include the following data:

- manufacturer's name or trade mark;
- manufacturer's type designation;
- rated voltage (d.c. and/or a.c.);
- rated current.

7 Normal service conditions

These conditions are given in Clause 7 of IEC 60077-1.

8 Prescriptions de construction et de fonctionnement

8.1 Prescriptions de construction

En complément aux prescriptions de 8.1 de la CEI 60077-2 le fusible doit satisfaire aux spécifications suivantes.

8.1.1 Élément de remplacement

L'élément de remplacement doit être suffisamment robuste pour éviter tout dommage au milieu environnant, par exemple par un arc permanent, un amorçage ou une éjection de flammes ou de matières durant son fonctionnement.

Il doit être possible de remplacer facilement l'élément de remplacement.

NOTE Pour plus de détails voir 8.5.8 de la CEI 60269-1.

8.1.2 Socle

Le socle doit comporter des contacts qui assurent des connexions acceptables à l'élément de remplacement dans toutes les conditions de cycles thermiques, vibration et choc durant le service normal, et durant l'application de forces électrodynamiques lorsque l'élément de remplacement interrompt des surcharges ou des courants de court-circuit jusqu'à son pouvoir de coupure nominal.

8.1.3 Contacts élastiques

Quand le socle comporte des contacts élastiques pour la connexion électrique et la rétention de l'élément de remplacement, ces contacts doivent supporter 100 cycles d'insertion et extraction de l'élément de remplacement sans détérioration des propriétés électriques et mécaniques.

8.1.4 Bornes

Les bornes de connexion du socle doivent assurer une force de serrage constante indépendante des variations du courant qui les traverse. Elles doivent être capables de supporter la connexion et la déconnexion des conducteurs externes sans détérioration. Les tiges filetées des bornes doivent avoir la dimension minimale M5.

Les bornes doivent être telles qu'elles ne puissent pas tourner ou être déplacées quand les vis de connexion sont serrées, et que les conducteurs ne puissent pas être déplacés. Les zones enserrant les conducteurs doivent être métalliques et doivent avoir une forme qui n'endommage pas les conducteurs.

Aucune force de contact ne doit être transmise à travers un matériau isolant autre que la céramique ou un autre matériau de caractéristique mécanique au moins équivalente.

NOTE Pour plus d'information voir 7.1.2 de la CEI 60269-1.

8.2 Prescriptions de fonctionnement

8.2.1 Conditions de fonctionnement

Ces prescriptions sont données en 8.2.1 de la CEI 60077-2.

8.2.2 Echauffements

Ces prescriptions sont données en 8.2.2 de la CEI 60077-2.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

In addition to the requirements of 8.1 of IEC 60077-2, the fuse shall comply with the following requirements.

8.1.1 Fuse-link

The fuse-link shall be sufficiently robust so that there shall be no damage to the surroundings e.g. by permanent arcing, flashover or any ejection of flames or materials during operation.

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

NOTE For further details, see 8.5.8. of IEC 60269-1.

8.1.2 Fuse-base

The fuse-base shall incorporate contacts which ensure that the connections to the fuse-link are adequate under all conditions of thermal cycling, vibration and shock during normal service and during the application of the electro-dynamic forces when the fuse-link is rupturing overload or short-circuit currents up to its rated breaking capacity value.

8.1.3 Spring-loaded contacts

Where the fuse-base incorporates spring-loaded contacts for electrical connection and mechanical retention of the fuse-link, these contacts shall withstand 100 cycles of insertions and removals of the fuse-link without deterioration of the electrical and mechanical properties.

8.1.4 External terminals

Terminals for external connection to the fuse-base shall provide a constant clamping force unaffected by variation in current through them. They shall be capable of enduring multiple connection and disconnection of the external conductors without deterioration. Terminal screw thread shall have a minimum size of M5.

Terminals shall be such that they cannot turn or be displaced when the connecting screws are tightened, and such that the conductors cannot be displaced.

The parts gripping the conductors shall be of metal and shall have a shape such that they cannot unduly damage the conductors.

No contact force on connections shall be transmitted through insulating material other than ceramic, or other material having mechanical characteristics no less suitable.

NOTE For further information, see 7.1.2. of IEC 60269-1.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

These requirements are given in 8.2.1 of IEC 60077-2.

8.2.2 Temperature-rise

These requirements are given in 8.2.2 of IEC 60077-2.

8.2.3 Propriétés diélectriques

Ces prescriptions sont données en 8.2.6 de la CEI 60077-1.

8.2.4 Tension assignée

Pour les fusibles alimentés à partir de la ligne, la tension assignée des fusibles doit être en accord avec le Tableau 2. Pour les fusibles qui ne sont pas alimentés par la ligne, la tension d'essai de coupure doit être au moins égale à la plus haute tension de fonctionnement du circuit auquel ils sont connectés.

Tableau 2 – Tensions assignées et tensions d'essai des fusibles à courant continu alimentés par la ligne

Tension nominale de la ligne V	Tension assignée du fusible V	Tension d'essai de coupure V
600	720	800
750	900	1 000
1 500	1 800	1 950
3 000	3 600	3 900

8.2.5 Courant assigné de l'élément de remplacement

Les courants permanents assignés des éléments de remplacement doivent être sélectionnés dans la série des valeurs préférentielles suivantes données dans la R10 de l'ISO 3.

0,6; 1; 2; 3; 4; 6; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800 et 1 000

NOTE Pour des calibres intermédiaires, voir R20 de l'ISO 3.

8.2.6 Courant assigné du socle

Le courant assigné du socle doit être au moins égal à celui de l'élément de remplacement correspondant. Il convient qu'il soit sélectionné dans la série des courants assignés des éléments de remplacement donnée en 8.2.5.

8.2.7 Pouvoir de coupure

L'élément de remplacement doit interrompre correctement tous les courants depuis son pouvoir de coupure minimal jusqu'à son pouvoir de coupure assigné, sous la tension d'essai appropriée donnée dans le Tableau 7. La valeur crête de la tension d'arc ne doit pas dépasser 3 fois la tension d'essai.

NOTE Pour les fusibles de faible courant assigné ($\leq 6,3$ A), la valeur crête de la tension d'arc peut atteindre 4,5 fois la tension d'essai.

8.2.8 Caractéristique temps-courant

Le constructeur doit inclure la caractéristique temps-courant à $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ dans sa documentation technique pour les éléments de remplacement.

8.2.3 Dielectric properties

These requirements are given in 8.2.6 of IEC 60077-1.

8.2.4 Rated voltage

For fuses fed from the contact line, the rated voltage of the fuses shall be in accordance with Table 2. For fuses not fed from the contact line, the breaking test voltage shall be at least equal to the highest operational voltage of the circuit in which it is connected.

Table 2 – Rated and test voltages for d.c. fuse-links supplied from the contact line

Nominal line voltage V	Rated voltage of the fuse V	Breaking test voltage V
600	720	800
750	900	1 000
1 500	1 800	1 950
3 000	3 600	3 900

8.2.5 Rated current of the fuse-link

The rated continuous current of the fuse-link shall be selected from the following preferred values given in R10 of ISO 3:

0,6; 1; 2; 3; 4; 6; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800 and 1 000.

NOTE For intermediate values, see R20 of ISO 3.

8.2.6 Rated current of the fuse-base

The rated current of the fuse-base shall be equal to or greater than that of the relevant fuse-link and should be selected from the series of rated currents of the fuse-links given in 8.2.5.

8.2.7 Breaking capacity

The fuse-link shall interrupt correctly any current within the range from minimum breaking capacity up to its rated breaking capacity at the appropriate test voltage given in Table 7. The peak arc voltage shall not exceed 3 times the test voltage.

NOTE For low current ratings (lower than or equal to 6,3 A), the peak arc voltage may reach 4,5 times the test voltage.

8.2.8 Time-current characteristics

The manufacturer shall include in the technical documentation for the fuse-links the time-current characteristics at $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Le paragraphe 9.1.1 de la CEI 60077-1 s'applique, sauf pour l'essai par prélèvement.

Les essais de vérification des caractéristiques des fusibles sont:

- les essais de type (voir 9.1.2);
- les essais de série (voir 9.1.3);
- les essais d'investigation (voir 9.1.4).

9.1.2 Essais de type

Les essais de type sont les suivants:

- vérification des prescriptions de construction (voir 9.2.2);
- vérification des prescriptions de fonctionnement (voir 9.3).

Pour les essais de type, le nombre des fusibles ou des éléments de remplacement doit être choisi comme indiqué dans les Tableaux 3, 4 et 5. Ils doivent être prélevés au hasard sur la chaîne de production. Il convient que tous les essais de type utilisent le même socle.

Les résultats des essais de type doivent être considérés comme satisfaisants si tous ceux qui sont listés dans les Tableaux 3, 4 et 5 satisfont aux prescriptions.

Pour les essais de type, des certificats d'essai doivent être fournis pour chaque élément de remplacement ou fusible essayé, pour prouver leur conformité avec la documentation technique.

9.1.3 Essais de série

Les essais de série doivent être effectués sur chaque élément de remplacement et socle.

Les essais de série comprennent:

- la vérification des prescriptions de construction (voir 9.2.3);
- la vérification des prescriptions de fonctionnement (voir 9.4).

Les résultats des essais de série doivent être considérés comme conformes si les résultats de tous ceux qui sont listés en 9.2.3 et 9.4 satisfont aux prescriptions.

9.1.4 Essais d'investigation

Ce sont des essais complémentaires aux essais de type pour une application spéciale. Ils constituent le sujet d'un programme convenu entre le constructeur et l'utilisateur, et ils peuvent concerner:

- l'influence de variations de courant fréquentes sur les caractéristiques de fonctionnement;
- l'influence de pointes de courant de démarrage fréquentes sur les caractéristiques de fonctionnement;
- l'influence de la constante de temps du circuit sur le comportement du fusible durant les essais de pouvoir de coupure.

9 Tests

9.1 Kinds of tests

9.1.1 General

Subclause 9.1.1 of IEC 60077-1 applies, except that sampling tests are not applicable.

The tests to verify the characteristics of the fuses are:

- type tests (see 9.1.2);
- routine tests (see 9.1.3);
- investigatory tests (see 9.1.4).

9.1.2 Type tests

The type tests comprise the following:

- verification of constructional requirements (see 9.2.2),
- verification of performance requirements (see 9.3).

For the type tests, the number of fuses or fuse-links shall be as indicated in Tables 3, 4 and 5. They shall be randomly selected from the manufacturing production line. In all tests, the same fuse-base should be used.

The type test results shall be deemed to be compliant if the results of all the type tests listed in Tables 3, 4 and 5 meet the requirements.

For the type tests, test certificates shall be provided for each fuse-link or fuse tested, to prove their general compliance with the technical documentation.

9.1.3 Routine tests

Routine tests shall be carried out on each fuse-link and fuse-base.

The routine tests comprise the following:

- verification of constructional requirements (see 9.2.3);
- verification of performance requirements (see 9.4).

The routine test results shall be deemed to be compliant if the results of all the routine tests listed in 9.2.3 and 9.4 meet the requirements.

9.1.4 Investigatory tests

These are supplementary tests to the type tests for a special application. They form the subject of a programme agreed between the fuse manufacturer and the user, and may concern:

- the influence of frequent current variation on the operating characteristics;
- the influence of frequent start current surges on the operating characteristics;
- the influence of the circuit time-constant on the behaviour of the fuse during the breaking capacity tests.

9.2 Essais de vérification des prescriptions de construction

9.2.1 Généralités

La conformité de l'élément de remplacement et du socle aux prescriptions de construction décrites à l'Article 8 doit être vérifiée en général selon 9.2 de la CEI 60077-1, avant d'effectuer la vérification des prescriptions de fonctionnement détaillées en 9.3 et 9.4.

9.2.2 Essais de type

La vérification de la conformité aux prescriptions de construction pour les essais de type de l'élément de remplacement et du socle concerne:

- les propriétés physiques. Une vérification de la conformité du fusible au dessin doit être effectuée (par exemple dimensions, matériaux, risques électriques, etc.);
- les lignes de fuite et distances d'isolement (voir 9.3.3.2.1 et 9.3.3.2.4 de la CEI 60077-1).

9.2.3 Essais de série

La vérification de la conformité aux prescriptions de construction pour les essais de série de l'élément de remplacement et du socle concerne l'inspection visuelle (conformité de la fabrication avec le dessin).

9.3 Essais de type pour la vérification des prescriptions de fonctionnement

9.3.1 Séquence d'essais

Les essais de type sont groupés dans des séquences d'essais comme décrit dans les Tableaux 3, 4 et 5.

Pour les éléments de remplacement d'une série homogène:

- l'élément de remplacement ayant le courant assigné le plus élevé doit être essayé selon le Tableau 3;
- l'élément de remplacement ayant le courant assigné le plus faible doit être essayé selon le Tableau 4;
- l'élément de remplacement ayant un courant assigné entre le plus petit et le plus grand doit être essayé selon le Tableau 5.

Pour les éléments de remplacement qui ne font pas partie d'une série homogène, le fusible doit être essayé selon le Tableau 3 et, en plus être soumis à l'essai de vérification de sa capacité à supporter les vibrations et les chocs selon 9.3.4.5.

Pour chaque séquence, il convient que les essais soient réalisés de préférence dans l'ordre indiqué. Un essai de série (voir 9.1.3) doit être réalisé sur chaque élément de remplacement avant les essais de type.

9.2 Tests for the verification of constructional requirements

9.2.1 General

The compliance of the fuse-link and fuse-base with the constructional requirements described in Clause 8 shall be verified generally in accordance with 9.2 of IEC 60077-1, prior to the verification of performance requirements as detailed in 9.3 and 9.4.

9.2.2 Type tests

Verification of compliance with the constructional requirements for the type test of both fuse-link and fuse-base concerns:

- physical properties. A check shall be made that the fuse conforms to the drawings (e.g. dimensions, materials, electrical risks, etc.);
- clearance and creepage distances (see 9.3.3.2.1 and 9.3.3.2.4 of IEC 60077-1).

9.2.3 Routine tests

The verification of compliance with the constructional requirements for the routine test of both fuse-link and fuse-base concerns visual examination (compliance of the manufacture with the drawing).

9.3 Type tests for the verification of performance requirements

9.3.1 Test sequence

Type tests are grouped in a number of test sequences as shown in Tables 3, 4 and 5.

For fuse-links in a homogenous series:

- the fuse-link having the highest rated current shall be tested according to Table 3;
- the fuse-link having the lowest rated current shall be tested according to Table 4;
- the fuse-link having a current rating between the largest and the lowest current shall be tested according to table 5.

For fuse-links which are not part of a homogenous series, the fuse shall be tested according to Table 3 and, in addition, the verification of the ability to withstand vibration and shock according to 9.3.4.5 shall be tested.

For each sequence, the tests should preferably be carried out in the order listed.

A routine test (see 9.1.3) shall be carried out on every fuse-link before the type tests.

Tableau 3 – Séquence d'essais pour le courant assigné le plus élevé d'une série homogène

Numéro du paragraphe	Essai	Eléments de remplacement "g"										Eléments de remplacement "a"							
	Nombre d'échantillons	3	3	2	2	1	1	1	1	1	3	3	2	2	1	1	1	1	
9.2.2	Inspection visuelle (dimensions mm)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9.4.2	Mesure de la résistance	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9.3.4.1	Mesure des échauffements										X							X	
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_1	X									X								
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_2		X									X							
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_3			X															
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_4				X									X					
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_5					X									X				
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_6						X									X			
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_7							X									X		
9.3.4.2	Vérification du courant conventionnel de non-fusion								X										
9.3.4.2	Vérification du courant conventionnel de fusion								X										
9.3.4.6	Essai d'insertion – extraction ¹⁾									X								X	
9.3.4.7	Tenue diélectrique ¹⁾									X								X	

1) Cet essai doit être réalisé sur le fusible complet quand l'élément de remplacement est utilisé avec le socle.

Table 3 – Sequence of tests for the highest rating of a homogenous series

Subclause number	Test	“g” fuse-links										“a” fuse-links							
		Number of samples		3	3	2	2	1	1	1	1	1	3	3	2	2	1	1	1
9.2.2	Visual inspection (dimensions mm)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.4.2	Resistance measurement	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.3.4.1	Temperature-rise measurement										X								X
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_1	X										X							
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_2		X										X						
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_3			X										X					
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_4				X										X				
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_5					X										X			
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_6						X										X		
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_7							X										X	
9.3.4.2	Verification of conventional non-fusing current								X										
9.3.4.2	Verification of conventional fusing current								X										
9.3.4.6	Insertion and extraction performance ¹⁾									X									X
9.3.4.7	Dielectric withstand ¹⁾									X									X

1) This test is to be performed on the complete fuse when the fuse-link is used with a fuse-base.

¹⁾ This test is to be performed on the complete fuse when the fuse-link is used with a fuse-base.

Tableau 4 – Séquence d'essais pour le courant assigné le plus faible d'une série homogène

Numéro du paragraphe	Essai	Eléments de remplacement «g»									Eléments de remplacement «a»							
	Nombre d'échantillons	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1
9.2.2	Inspection visuelle (dimensions mm)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.4.2	Mesure de la résistance	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.3.4.1	Mesure des échauffements	X									X							
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_2		X									X						
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_3			X									X					
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_4				X									X				
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_5					X									X			
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_6						X									X		
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_7							X									X	
9.3.4.2	Vérification du temps conventionnel de non-fusion								X									
9.3.4.2	Vérification du temps conventionnel de fusion								X									
9.3.4.5	Vérification de l'aptitude à supporter les vibrations et chocs	X									X							
9.3.4.7	Tenue diélectrique ¹⁾									X								X

¹⁾ Cet essai doit être réalisé sur le fusible complet quand l'élément de remplacement est utilisé avec le socle.

Table 4 – Sequence of tests for the lowest rating of a homogenous series

Subclause number	Test	“g” fuse-links										“a” fuse-links							
		1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1
9.2.2	Visual inspection (dimensions mm)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.4.2	Resistance measurement	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.3.4.1	Temperature-rise measurement	X										X							
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_2	X										X							
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_3			X									X						
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_4				X									X					
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_5					X										X			
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_6						X										X		
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_7							X										X	
9.3.4.2	Verification of conventional non-fusing current								X										
9.3.4.2	Verification of conventional fusing current								X										
9.3.4.5	Verification of ability to withstand vibration and shock	X										X							
9.3.4.7	Dielectric withstand ¹⁾									X									X

¹⁾ This test is to be performed on the complete fuse when the fuse-link is used with a fuse-base.

Tableau 5 – Séquence des essais pour les courants assignés intermédiaires d'une série homogène

Numéro du paragraphe	Essai	Elément de remplacement «g»								Eléments de remplacement «a»							
		3	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1	
9.2.2	Inspection visuelle (dimensions mm)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9.4.2	Mesure de la résistance	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9.3.4.1	Mesure des échauffements								X							X	
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_2	X								X							
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_3		X								X						
9.3.4.3	Vérification du pouvoir de coupure I_4			X								X					
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_5				X								X				
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_6					X								X			
9.3.4.4	Vérification de la caractéristique temps-courant I_7						X								X		
9.3.4.2	Vérification du temps conventionnel de non-fusion							X									
9.3.4.2	Vérification du temps conventionnel de fusion							X									
9.3.4.7	Tenue diélectrique ¹⁾								X							X	

¹⁾ Cet essai doit être réalisé sur le fusible complet quand l'élément de remplacement est utilisé avec le socle.

9.3.2 Conditions générales d'essai

Le fusible à essayer doit être conforme au dessin dans tous ses détails.

Les essais doivent être réalisés aux valeurs assignées (courant, tension, fréquence), sauf spécification contraire. Le fusible doit être monté en position verticale, sauf spécification contraire.

Tableau 6 – Tolérances sur les valeurs d'essai

Tous les essais	Essais de vérification des échauffements et de la caractéristique temps-courant	Essais dans des conditions de court-circuit
Tension: $^{+5}_0$ % Fréquence: ± 10 %	Courant: $^{+3}_0$ %	Courant: $^{+10}_0$ % Facteur de puissance: $^0_{-0,05}$ Constante de temps: $^{+15}_0$ %
NOTE Ces valeurs s'appliquent, sauf spécification contraire dans l'article d'essai.		

Table 5 – Sequence of tests for intermediate ratings of a homogenous series

Subclause number	Test	“g” fuse-links								“a” fuse-links							
		3	2	2	1	1	1	1	1	3	2	2	1	1	1	1	1
9.2.2	Visual inspection (dimensions mm)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.4.2	Resistance measurement	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9.3.4.1	Temperature-rise measurement								X								X
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_2	X								X							
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_3		X								X						
9.3.4.3	Verification of breaking capacity I_4			X								X					
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_5				X								X				
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_6					X								X			
9.3.4.4	Verification of time-current characteristic I_7						X								X		
9.3.4.2	Verification of conventional non-fusing current							X									
9.3.4.2	Verification of conventional fusing current							X									
9.3.4.7	Dielectric withstand ¹⁾								X								X

¹⁾ This test is to be performed on the complete fuse when the fuse-link is used with a fuse-base.

9.3.2 General test conditions

The fuse to be tested shall comply in all details with its drawing.

The tests shall be performed at the rated values (current, voltage, frequency) unless otherwise stated. The fuse shall be mounted in the vertical position unless otherwise specified.

Table 6 – Tolerances on test values

All tests	Tests for temperature rise and time-current characteristic verification	Tests under short-circuit conditions
Voltage: $+5\%$ -0% Frequency: $\pm 10\%$	Current: $+3\%$ -0%	Current: $+10\%$ -0% Power factor: 0 $-0,05$ Time constant: $+15\%$ -0%
NOTE These values apply unless otherwise specified in the test clause.		

9.3.3 Séquence d'essai pour la vérification des caractéristiques générales de fonctionnement

Les séquences doivent inclure les essais et vérifications listées dans les Tableaux 3, 4 et 5.

9.3.4 Description des essais pour les éléments de remplacement

9.3.4.1 Mesure des échauffements

Les essais prescrits en 9.3.3.2 de la CEI 60077-2 doivent être conduits au courant assigné.

La disposition des connexions du circuit d'essai du fusible est donnée à la Figure A.1.

L'essai doit être effectué avec le fusible disposé à l'air libre en ventilation naturelle. La température de l'air ambiant doit être comprise entre 15 °C et 35 °C.

Pour cet essai, la tension d'alimentation doit être suffisante pour maintenir la valeur du courant d'essai spécifiée.

Le fusible doit être continuellement chargé au courant assigné (alternatif ou continu comme il convient) de l'élément de remplacement. Pour plus de détails concernant les conducteurs du circuit d'essai connectés directement au fusible, voir le Tableau 10 de la CEI 60269-1.

Les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs prescrites dans le Tableau 2 de la CEI 60077-2.

9.3.4.2 Vérification des courants conventionnels de non-fusion et de fusion pour les éléments de remplacement «g».

Les essais suivants peuvent être réalisés à tension réduite:

- Le fusible est soumis à son courant conventionnel de non-fusion défini par le constructeur pour une durée égale à celle spécifiée dans le Tableau 1. Il ne doit pas fonctionner durant ce temps.
- Le fusible, après s'être refroidi à la température ambiante, est soumis au courant conventionnel de fusion spécifié par le constructeur. Il doit fonctionner dans le temps conventionnel défini dans le Tableau 1.

NOTE L'essai b) ci-dessus peut être évité si le constructeur et l'utilisateur sont d'accord pour vérifier le courant conventionnel de fusion durant l'essai de coupure I_4 (voir 9.3.4.3.2).

9.3.4.3 Vérification du pouvoir de coupure

9.3.4.3.1 Généralités

La vérification du pouvoir de coupure doit être effectuée sur les éléments de remplacement suivants sélectionnés dans une série homogène (voir conditions d'essai ci-dessous):

- l'élément fusible de courant assigné le plus élevé pour les courants d'essai I_1 , I_2 , I_3 , I_4 ;
- les éléments de remplacement de courant assigné le plus faible et des courants assignés intermédiaires pour les courants d'essai I_2 , I_3 , I_4 .

L'homogénéité de la série d'éléments de remplacement doit être documentée par le constructeur et doit être confirmée dans le rapport d'essai.

NOTE Pour plus de détails concernant les séries homogènes, voir 8.1.5.2 de la CEI 60269-1.

Pour les éléments de remplacement qui ne font pas partie d'une série homogène la vérification du pouvoir de coupure doit être réalisée pour les courants I_1 , I_2 , I_3 , I_4 .

9.3.3 Test sequence for the verification of general performance characteristics

The sequences shall include the tests and verifications listed in Tables 3, 4 and 5.

9.3.4 Description of tests for the fuse-link

9.3.4.1 Temperature-rise measurement

The tests required in 9.3.3.2 of IEC 60077-2 shall be carried out at the rated current.

The test circuit connection arrangement for the temperature-rise measurement of the fuse is shown in Figure A.1.

The test shall be made with the fuse mounted in free air in draught free surroundings. The ambient air temperature shall be within the 15 °C to 35 °C range.

For this test, the supply voltage shall be sufficient to maintain the required value of the test current.

The fuse shall be continuously loaded at the rated current (a.c. or d.c. as appropriate) of the fuse-link. For details of the conductors of the test circuit connected directly to the fuse, see Table 10 of IEC 60269-1.

The temperature rises shall not exceed the values specified in Table 2 of IEC 60077-2.

9.3.4.2 Verification of conventional non-fusing and fusing current for “g” fuse-links

It is permissible to make the following tests at a reduced voltage:

- a) The fuse is subjected to its conventional non-fusing current stated by the manufacturer for a time equal to a time specified in Table 1. It shall not operate during this time.
- b) The fuse after having cooled down to the ambient temperature is subjected to the conventional fusing current specified by the manufacturer. It shall operate within the conventional time as specified in Table 1.

NOTE The above test b) may be avoided if the manufacturer and the user agree to verify the conventional fusing current during the breaking current test I_4 (see 9.3.4.3.2).

9.3.4.3 Verification of breaking capacity

9.3.4.3.1 General

Verification of breaking capacity shall be performed on the following fuse-links selected from a homogenous series (see test duty below):

- fuse-links of the highest rated current for the test currents I_1 , I_2 , I_3 , I_4 ;
- fuse-links of the lowest and intermediate rated current for the test currents I_2 , I_3 , I_4 .

The homogenous nature of the fuse-link series shall be documented by the manufacturer and shall be confirmed in the test report.

NOTE For further details of a homogeneous series, see 8.1.5.2 of IEC 60269-1.

Fuses which are not part of a homogeneous series shall be tested with test currents I_1 , I_2 , I_3 , I_4 .

9.3.4.3.2 Conditions d'essai

Les conditions d'essai suivantes doivent être appliquées pour la vérification du pouvoir de coupure:

- **condition d'essai I** – vérification du pouvoir de coupure avec le courant I_1 égal au pouvoir de coupure assigné;
- **condition d'essai II** – vérification du fonctionnement de l'élément de remplacement avec le courant présumé I_2 pour lequel l'énergie est maximale. Pour les essais en courant continu, le courant présumé doit être tel que le courant coupé limité est compris entre 0,6 et 0,8 fois le courant présumé;
- **condition d'essai III** – vérification du fonctionnement de l'élément de remplacement dans la gamme des surcharges I_3 et I_4 . Durant ces essais, un préchauffage préliminaire à tension réduite est permis. Avant la fusion de l'élément fusible, l'élément de remplacement doit être commuté du circuit basse tension à la source haute tension en moins de 0,2 s. L'initiation de l'arc doit se produire lorsque l'élément de remplacement est connecté à la tension d'essai de coupure et lorsque la valeur du courant présumé a été atteinte.

Les paramètres d'essai sont indiqués dans le Tableau 7.

I_n est le courant assigné de l'élément de remplacement,

I_1 est le pouvoir de coupure assigné du fusible défini par le constructeur;

I_2 doit être choisi comme défini ci-dessus;

I_3 est une valeur intermédiaire du pouvoir de coupure de l'élément de remplacement;

I_4 est le pouvoir de coupure minimal d'un élément de remplacement «a» ou le courant conventionnel de fusion d'un élément de remplacement «g».

Tableau 7 – Valeurs des paramètres pour les essais de coupure en courant continu des éléments de remplacement

Paramètre	Essai I	Essai II	Essai III
Valeur moyenne de la tension d'essai ¹⁾	1,1 × la tension assignée du fusible ²⁾		
Constante de temps	Voir Tableau 8		
Courant présumé	$I_1 \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$	I_2	$I_3 = 5 \times I_n \pm 20 \%$ $I_4 =$ courant conventionnel de fusion pour un élément de remplacement «g» ou pouvoir de coupure minimal pour un élément de remplacement «a» $\begin{smallmatrix} +20 \\ -0 \end{smallmatrix} \%$
Durée de maintien de la tension d'essai (rétablie) après coupure ³⁾	30 s	30 s	30 s

¹⁾ En pratique, la tension d'essai et la tension rétablie sont égales.

²⁾ Pour la tension d'essai des éléments de remplacement alimentés depuis la ligne, voir Tableau 2.

³⁾ Pour les éléments de remplacement dont le corps contient un matériau organique, la durée de maintien de la tension rétablie est augmentée à 5 min.

9.3.4.3.2 Test duty

The following test duties shall be carried out for verification of the breaking capacity:

- **test duty I** – verification of the breaking capacity with test current I_1 equal to the rated breaking capacity;
- **test duty II** – verification of the fuse-link operation with prospective current I_2 at which fuse arc energy is maximum. For d.c. tests, the prospective current shall be chosen such that the peak let-through current is between 0,6 and 0,8 of the prospective current;
- **test duty III** – verification of the fuse-link operation in the over-current range I_3 and I_4 . During these tests, preliminary heating of the fuse-link is permitted using a low voltage. Prior to melting of the fuse element, the fuse-link shall be switched from the low-voltage circuit to the breaking test voltage within a dead time not longer than 0,2 s. The arc initiation shall occur while the fuse-link is connected to the breaking test voltage and after the prospective current value has been reached.

The test parameters are shown in Table 7.

I_n is the rated current of the fuse-link;

I_1 is the rated breaking capacity of the fuse assigned by the manufacturer;

I_2 shall be chosen as specified above;

I_3 is an intermediate value of breaking capacity of the fuse-link;

I_4 is the minimum breaking capacity of an "a" fuse-link or the conventional fusing current of a "g" fuse-link.

Table 7 – Parameters for breaking capacity tests of d.c. fuse-links

Parameter	Test duty I	Test duty II	Test duty III
Mean value of test voltage ¹⁾	1,1 × the rated voltage of the fuse ²⁾		
Time constant	Refer to Table 8		
Prospective current	$I_1 \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$	I_2	$I_3 = 5 \times I_n \pm 20 \%$ $I_4 =$ conventional fusing current for a "g" fuse-link or minimum breaking capacity for an "a" fuse-link $\begin{smallmatrix} +20 \\ -0 \end{smallmatrix} \%$
Time to maintain test (recovery) voltage ³⁾ following current rupture	30 s	30 s	30 s
¹⁾ In practice the test and recovery voltage are equal. ²⁾ For test voltages for fuse-links supplied from contact line supply, see Table 2. ³⁾ For fuse-links containing organic material, the time to maintain the recovery is increased to 5 min.			

Les fusibles de tension assignée 3 000 V en courant continu destinés à la protection des circuits de chauffage des trains ne nécessitent pas d'essai avec une source à 50 Hz et 16 2/3 Hz à tension réduite, par exemple 1 500 V pour 50 Hz et 1 000 V pour 16 2/3 Hz.

Pour les essais de pouvoir de coupure des fusibles à courant alternatif jusqu'à 1 000 V, voir la CEI 60269-1, et au-dessus de 1 000 V, voir la CEI 60282-1.

9.3.4.3.3 Circuit d'essai

Un circuit d'essai recommandé est indiqué dans le schéma de la Figure C.1. Le circuit d'essai doit être ajusté pour obtenir le courant présumé spécifié en utilisant la connexion mobile A.

Il convient que l'arrangement mécanique tienne compte des forces magnétiques qui peuvent influencer les résultats d'essai.

Durant l'essai, les paramètres suivants au moins doivent être enregistrés à l'oscillographe:

- courant de court-circuit;
- tension entre les extrémités de l'élément de remplacement en essai durant le court-circuit et la période de fonctionnement;
- la tension d'arc. Un enregistrement de la tension d'arc par un oscillographe à grande vitesse est requis pour obtenir la valeur crête de la surtension. Des oscillogrammes typiques sont illustrés aux Figures D.2 et D.3, illustrant la surtension apparaissant durant l'arc au-dessus de la tension stabilisée du circuit (tension rétablie, voir également 3.2.7).

Tableau 8 – Constante de temps du circuit d'essai

Courant présumé I_w kA	Constante de temps ms
$I_w \leq 5$	30 ± 3 ¹⁾
$5 < I_w < 25$	20 ± 2
$I_w \geq 25$	10 ± 1
¹⁾ Il convient que l'inductance du circuit d'essai ne dépasse pas 50 mH.	

Si nécessaire, des valeurs plus élevées de constantes de temps peuvent être définies en accord entre le constructeur et l'utilisateur.

9.3.4.3.4 Procédure d'essai

L'étalonnage du circuit d'essai pour les valeurs de courant, tension et constante de temps doit être réalisé à partir des oscillogrammes comme suit:

- circuit d'essai ajusté pour le courant présumé avec l'élément de remplacement court-circuité par une connexion de résistance négligeable. Le courant présumé doit être appliqué pendant une durée supérieure à la durée de coupure de l'élément de remplacement;
- tension du circuit d'essai ajustée avec l'élément de remplacement retiré.

L'essai réel avec l'élément de remplacement inséré dans le circuit comme indiqué dans la Figure C.1 est réalisé en fermant l'interrupteur d'enclenchement.

Si une tension réduite est utilisée durant la période de préarc (voir 9.3.4.3.2), celle-ci doit être telle que le courant d'essai spécifié soit maintenu à une valeur constante ± 5 %.

Fuses of rated voltage 3 000 V d.c. intended for the protection of train heating circuits do not require additional tests with test currents from a 50 Hz and 16 2/3 Hz source due to the reduced voltage, i.e. 1 500 V for 50 Hz and 1 000 V for 16 2/3 Hz.

For breaking capacity tests for a.c. fuses up to 1 000 V, see IEC 60269-1 and for over 1 000 V, see IEC 60282-1.

9.3.4.3.3 Test circuit

A recommended test circuit is shown in the schematic diagram given in Figure C.1. The test circuit shall be adjusted to give the specified prospective current by using the removable link A.

The mechanical arrangement should take into account magnetic forces that may influence the test results.

During the test, oscillograph records of the following parameters, as a minimum, shall be taken:

- short-circuit current;
- voltage between ends of the fuse-link under test, during the short-circuit and operating period;
- arc voltage. A record of the arc voltage by a high-speed oscillograph is required in order to determine the peak value of the over-voltage. Typical oscillograms are illustrated in Figures D.2 and D.3, showing this overvoltage occurring during arcing above the steady state circuit voltage (recovery voltage). See also 3.2.7.

Table 8 – Time constant of the test circuit

Prospective current I_w kA	Time constant ms
$I_w \leq 5$	30 ± 3 ¹⁾
$5 < I_w < 25$	20 ± 2
$I_w \geq 25$	10 ± 1
¹⁾ Inductance of the test circuit should not exceed 50 mH.	

If necessary, larger values of time constants may be defined by agreement between the manufacturer and the user.

9.3.4.3.4 Test procedure

Calibration of the test circuit for values of current, voltage and time constant shall be carried out from oscillograms as follows:

- test circuit adjusted for prospective current with the fuse-link replaced by a link of negligible resistance. The test circuit prospective current shall be applied for a duration greater than the breaking time of the fuse-link;
- test circuit voltage adjusted with fuse-link removed.

The actual test with the fuse-link inserted into the test circuit as in Figure C.1 is performed by closing the making switch.

If a low voltage is used during the pre-arcing period (see 9.3.4.3.2), this shall be such that the required test current shall be maintained at a constant value within ± 5 %.

Pour une durée de préarc dépassant 1 min, un ajustement continu du courant d'essai est permis. Pour éviter de surcharger l'élément de remplacement durant l'établissement du courant, l'élément de remplacement peut être remplacé par une connexion durant la période d'ajustement.

Pour les durées inférieures à 0,5 s, le courant et la durée de préarc doivent être mesurés au moyen d'un oscillographe. Pour les temps plus longs, ils peuvent être mesurés par un ampèremètre et un chronomètre.

La tension rétablie doit être maintenue aux bornes de l'élément de remplacement après fonctionnement pendant une durée donnée dans le Tableau 7.

La tension de rétablissement est déterminée à partir des oscillogrammes enregistrés durant les essais de coupure (voir Figures D.2 et D.3).

La valeur du courant présumé est déterminée par comparaison des oscillogrammes enregistrés durant l'étalonnage (Figure D.1) et des oscillogrammes enregistrés durant les essais de coupure (Figures D.2 et D.3).

Si l'instant d'initiation de l'arc précède la valeur de crête du courant (Figure D.3), la valeur du courant de coupure présumé est égale à la valeur crête du courant enregistrée durant l'étalonnage (A_2 de la Figure D.1). En revanche, quand l'instant d'initiation de l'arc intervient après la valeur crête du courant (A_1 de la Figure D.2), la valeur du courant de coupure présumé est égale à la valeur instantanée du courant enregistrée durant l'étalonnage à l'instant correspondant à celui de l'initiation de l'arc.

La constante de temps du courant est définie comme l'intervalle de temps entre le moment où le courant commence à circuler dans le circuit et le moment où le courant atteint 0,632 fois la valeur crête du courant (Figure D.1).

9.3.4.4 Vérification des caractéristiques temps-courant

Pour la vérification des caractéristiques temps-courant, voir 8.4.3.3.1 de la CEI 60269-1.

Trois valeurs de courant, I_5 , I_6 , I_7 , doivent être choisies de manière à vérifier la caractéristique temps-courant de préarc dans les zones qui ne sont pas couvertes par les essais I_1 , I_2 , I_3 et I_4 (voir 9.3.4.3).

9.3.4.5 Vérification de l'aptitude à supporter les vibrations et les chocs

Les essais de vibration suivis des essais de choc doivent être conduits en accord avec les méthodes de la CEI 61373.

Avant ces essais, le même fusible doit être soumis à l'essai d'échauffement (voir 9.3.4.1).

La conformité doit être alors vérifiée par un nouvel essai d'échauffement. Les valeurs ne doivent pas être supérieures de plus de 5 K ou dépasser de plus de 5 % (la valeur la plus élevée) celles obtenues durant l'essai d'échauffement précédant l'essai de vibration et choc.

Cet essai doit être réalisé sur un fusible ayant le plus faible courant assigné de la série homogène considérée.

For a pre-arcing time exceeding 1 min, continuous adjustment of the test current is permitted. To avoid overloading the fuse-link element during current setting, the fuse-link may be replaced with a link while the calibration adjustment is made.

For times shorter than 0,5 s, the current and pre-arcing time shall be measured by means of an oscillograph. For longer times, these may be measured by ammeter and stop-watch.

The recovery voltage shall be maintained across the fuse-link contacts after operation for the duration given in Table 7.

The recovery voltage is determined from oscillograms recorded during the breaking test (see Figures D.2 and D.3).

The value of prospective current is determined by comparison of oscillograms recorded during calibration (Figure D.1) and oscillograms recorded during the breaking tests (Figures D.2 and D.3).

If the instant of arc initiation is prior to the peak value of the current (Figure D.3), then the value of the prospective breaking current is equal to the peak value of the current recorded during calibration (A_2 of Figure D.1). Alternatively, if the instant of arc initiation occurs after the peak value of the current (A_1 of Figure D.2), the value of the prospective breaking current is equal to the instantaneous value of the current recorded during calibration for the time corresponding to that of the arc initiation.

The time constant of the current is determined as the time interval from the moment of commencement of current flow in the circuit to the moment when the current reaches 0,632 of the peak value of the current (Figure D.1).

9.3.4.4 Verification of time-current characteristics

For verification of the time-current characteristics, see 8.4.3.3.1 of IEC 60269-1.

Three values of current, I_5 , I_6 and I_7 shall be chosen in such a way as to verify the pre-arcing time-current characteristic in the area which is not covered by the currents I_1 , I_2 , I_3 and I_4 (see 9.3.4.3).

9.3.4.5 Verification of the ability to withstand vibration and shock

The vibration tests, followed by the shock tests, shall be carried out in accordance with the relevant methods of IEC 61373.

Before these tests, the same fuse shall be subjected to the temperature-rise test (see 9.3.4.1).

Compliance shall then be verified by a further temperature-rise test. The values shall not be more than 5 K above or exceed by 5 % (which ever is the greater) the values obtained during the temperature rise test prior to the commencement of the vibration and shock test.

This test shall be performed on a fuse having the lowest current rating of the particular homogenous series.

9.3.4.6 Fonctionnement lors d'insertions-extractions

Les contacts des socles doivent supporter 100 cycles d'insertion-extraction de l'élément de remplacement sans détérioration des propriétés mécaniques et électriques des contacts.

Avant ces essais, le même fusible doit être soumis à l'essai d'échauffement (voir 9.3.4.1).

La conformité doit être alors vérifiée par un nouvel essai d'échauffement. Les valeurs ne doivent pas être supérieures de plus de 5 K ou dépasser de plus de 5 % (la valeur la plus élevée) celles obtenues durant l'essai d'échauffement précédant l'essai d'insertions-extractions.

Cet essai doit être conduit sur le fusible ayant le courant assigné le plus élevé de la série homogène considérée.

9.3.4.7 Vérification de la tenue diélectrique

Cet essai doit être conduit sur un fusible complet. La tension d'essai doit être appliquée entre une borne et la plaque de fixation et entre la borne et les contacts auxiliaires s'ils existent. Pour les valeurs à utiliser, voir 9.3.3.3 de la CEI 60077-2.

9.4 Essais de série pour la vérification des prescriptions de fonctionnement

9.4.1 Généralités

Les essais de série suivants doivent être conduits sur chaque élément de remplacement:

- mesure de la résistance entre les bornes (voir 9.4.2);
- mesure du poids.

Un essai de tenue diélectrique (voir 9.3.4.7) doit être effectué sur chaque socle.

9.4.2 Mesure de la résistance

La résistance interne de tous les éléments de remplacement doit être mesurée à une température ambiante de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ sous un courant qui ne dépasse pas 0,1 fois le courant assigné. La mesure doit être effectuée en utilisant une méthode adaptée. Le résultat doit être considéré comme satisfaisant si la différence entre la valeur mesurée et celle spécifiée par le constructeur n'excède pas $\pm 20 \%$. La valeur de la résistance doit être enregistrée dans le rapport d'essai.