

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 56-5

Troisième édition — Third edition

1971

Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension

Cinquième partie : Règles pour le choix des disjoncteurs selon le service

High-voltage alternating-current circuit-breakers

Part 5: Rules for the selection of circuit-breakers for service



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60056-5:1971

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 56-5

Troisième édition — Third edition

1971

Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension

Cinquième partie : Règles pour le choix des disjoncteurs selon le service

High-voltage alternating-current circuit-breakers

Part 5: Rules for the selection of circuit-breakers for service



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Généralités	6
2. Choix des valeurs nominales pour les conditions en service normal	8
3. Choix des valeurs nominales pour les conditions de fonctionnement sur défaut	12

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60056-5:1977

Withd2W

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General	7
2. Selection of rated values for normal service conditions	9
3. Selection of rated values for fault conditions	13

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60056-5:1971

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISJONCTEURS A COURANT ALTERNATIF A HAUTE TENSION

**Cinquième partie : Règles pour le choix des disjoncteurs
selon le service**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

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

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Baden-Baden en 1967. A la suite de cette réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1968.

Cette publication fait partie de la révision de la Publication 56 de la CEI et constitue la Cinquième partie: Règles pour le choix des disjoncteurs selon le service.

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

Afrique du Sud
Allemagne
Australie
Belgique
Danemark
États-Unis d'Amérique
Finlande
France
Israël
Italie

Norvège
Pays-Bas
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques
Socialistes Soviétiques
Yougoslavie

Cette publication a été divisée en six parties qui sont publiées en fascicules séparés:

Publication 56-1, Première partie: Généralités et définitions.

Publication 56-2, Deuxième partie: Caractéristiques nominales.

Publication 56-3, Troisième partie: Conception et construction.

Publication 56-4, Quatrième partie: Essais de type et essais individuels.

Publication 56-5, Cinquième partie: Règles pour le choix des disjoncteurs selon le service.

Publication 56-6, Sixième partie: Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes et règles pour le transport, l'installation et l'entretien.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING-CURRENT CIRCUIT-BREAKERS

Part 5: Rules for the selection of circuit-breakers for service

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 17A, High-voltage Switchgear and Controlgear, of IEC Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear.

A first draft was discussed at the meeting held in Baden-Baden in 1967. As a result of this meeting a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1968.

This Publication forms part of the revision of IEC Publication 56 and constitutes Part 5: Rules for the selection of circuit-breakers for service.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Belgium
Czechoslovakia
Denmark
Finland
France
Germany
Israel
Italy
Netherlands

Norway
South Africa
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet
Socialist Republics
United Kingdom
United States of America
Yugoslavia

This Publication has been divided into the following six parts which are published as separate booklets:

Publication 56-1: Part 1, General and Definitions.

Publication 56-2: Part 2, Rating.

Publication 56-3: Part 3, Design and Construction.

Publication 56-4: Part 4, Type Tests and Routine Tests.

Publication 56-5: Part 5, Rules for the Selection of Circuit-breakers for Service.

Publication 56-6: Part 6, Information to be Given with Enquiries, Tenders and Orders and Rules for Transport, Erection and Maintenance.

DISJONCTEURS A COURANT ALTERNATIF A HAUTE TENSION

Cinquième partie : Règles pour le choix des disjoncteurs selon le service

1. Généralités

Un disjoncteur convenable pour un certain emploi en service sera choisi dans les meilleures conditions, en considérant les valeurs nominales individuelles qu'exigent les conditions en charge normale et en cas de défaut.

Les tableaux de coordination des valeurs nominales des disjoncteurs sont donnés dans la Publication 56-2 de la CEI. Il est souhaitable que les valeurs nominales d'un disjoncteur soient choisies parmi celles indiquées dans ces tableaux, en tenant compte des caractéristiques du réseau et de ses extensions présumées.

La liste complète des caractéristiques nominales est indiquée à l'article 1 de la Publication 56-2 de la CEI, et les articles de cette partie, dont la référence figure ci-dessous, traitent des caractéristiques nominales individuelles suivantes :

- tension nominale (paragraphe 2.1)
- niveau d'isolement nominal (paragraphe 2.2)
- fréquence nominale (paragraphe 2.3)
- courant nominal en service continu (paragraphe 2.4)
- pouvoir de coupure nominal en court-circuit (paragraphe 3.1)
- tension transitoire de rétablissement nominale (paragraphe 3.2)
- caractéristiques en cas de discordance de phases (paragraphe 3.3)
- pouvoir de fermeture nominal en court-circuit (paragraphe 3.4)
- séquence de manœuvres nominale (paragraphe 3.5)
- durée admissible nominale du courant de court-circuit (paragraphe 3.6)

Pour les caractéristiques nominales qui ne sont pas traitées dans cette partie, on pourra se référer, s'il y a lieu, à la Publication 56-2 de la CEI, comme suit :

- pouvoir de coupure nominal de lignes à vide (article 13)
- pouvoir de coupure nominal de câbles à vide (article 14)
- pouvoir de coupure nominal de condensateurs (uniques) (article 15)
- pouvoir de coupure nominal de faibles courants inductifs (article 16)

D'autres paramètres à considérer lors du choix d'un disjoncteur sont, par exemple :

- les conditions locales atmosphériques et climatiques (paragraphe 2.5)
- l'emploi à de hautes altitudes (paragraphe 2.6)
- la durée d'ouverture (paragraphe 3.1)

Il est recommandé de déterminer les contraintes imposées par les conditions en cas de défaut auxquelles un disjoncteur doit faire face, en calculant les courants de court-circuit, au lieu où l'installation du disjoncteur est prévue dans le réseau, selon une méthode de calcul reconnue.

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING-CURRENT CIRCUIT-BREAKERS

Part 5: Rules for the selection of circuit-breakers for service

1. General

A circuit-breaker suitable for a given duty in service, is best selected by considering the individual rated values required by load conditions and fault conditions.

Co-ordination tables of rated values for circuit-breakers are given in IEC Publication 56-2. It is desirable that the rated values of a circuit-breaker are chosen from these tables according to the characteristics of the system as well as to its anticipated developments.

The complete list of rated characteristics is given in Clause 1 of IEC Publication 56-2, and the following individual ratings are dealt with in the indicated Clauses of this part:

- rated voltage (Sub-clause 2.1)
- rated insulation level (Sub-clause 2.2)
- rated frequency (Sub-clause 2.3)
- rated normal current (Sub-clause 2.4)
- rated short-circuit breaking current (Sub-clause 3.1)
- rated transient recovery voltage (Sub-clause 3.2)
- out-of-phase characteristics (Sub-clause 3.3)
- rated short-circuit making current (Sub-clause 3.4)
- rated operating sequence (Sub-clause 3.5)
- rated duration of short-circuit (Sub-clause 3.6)

For rated characteristics not dealt with in this part reference should, if applicable, be made to IEC Publication 56-2 as follows:

- rated line-charging breaking current (Clause 13)
- rated cable-charging breaking current (Clause 14)
- rated (single) capacitor breaking current (Clause 15)
- rated small inductive breaking current (Clause 16)

Other parameters to be considered when selecting a circuit-breaker are for example:

- local atmospheric and climatic conditions (Sub-clause 2.5)
- use at high altitude (Sub-clause 2.6)
- opening time (Sub-clause 3.1)

The duty imposed by the fault conditions with which a circuit-breaker is required to deal, should be determined by calculating the fault currents at the place where the circuit-breaker is to be located in the system, in accordance with some recognized method of calculation.

Lorsque l'on procède au choix d'un disjoncteur, il est recommandé de tenir compte du développement futur probable du réseau dans son ensemble, de telle sorte que le disjoncteur puisse convenir, non seulement pour les besoins immédiats, mais aussi pour les exigences futures.

Note. — Quelques conditions se présentant en service, telles que les défauts consécutifs (essais à l'étude) et la commande de fours à arc, ne sont pas prises en considération dans la présente recommandation et, de ce fait, il est recommandé de les considérer comme des conditions spéciales et de faire intervenir un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Voir également la note du paragraphe 17.8 de la Publication 56-4 de la CEI.

Ceci s'applique également aux disjoncteurs utilisés pour des emplois nécessitant une fréquence de manœuvre anormalement élevée ou pour des fonctionnements conduisant à l'apparition d'une tension de rétablissement à fréquence industrielle supérieure à celle qui correspond à la tension nominale du disjoncteur, ce qui peut être le cas en certains points du réseau, et, en particulier, à l'extrémité de longues lignes.

Dans ce cas particulier, la valeur du courant qui doit être interrompu à la tension la plus élevée susceptible d'apparaître aux bornes du disjoncteur lors de son ouverture doit faire l'objet d'un accord similaire.

2. Choix des valeurs nominales pour les conditions en service normal

2.1 Choix de la tension nominale

Il est recommandé de choisir la tension nominale du disjoncteur au moins égale à la tension la plus élevée du réseau à l'endroit où le disjoncteur doit être installé.

On doit choisir la tension nominale d'un disjoncteur parmi les valeurs normales indiquées à l'article 2 de la Publication 56-2 de la CEI. Les combinaisons préférentielles des tensions nominales, des pouvoirs de coupure nominaux en court-circuit et des courants nominaux en service continu sont indiquées dans les tableaux de coordination de la Publication 56-2 de la CEI. Pour le choix de la tension nominale, il est recommandé de tenir compte également des tableaux des niveaux d'isolement de l'article 3 de la Publication 56-2 de la CEI (voir paragraphe 2.2).

Les tensions nominales indiquées dans les tableaux mentionnés ci-dessus sont les tensions entre phases.

2.2 Coordination des isolements

La présente recommandation s'applique, en principe, aussi bien aux disjoncteurs situés dans des installations exposées qu'à ceux situés dans des installations non exposées (voir les paragraphes 3.6 et 3.7 de la Publication 56-1 de la CEI), mais les valeurs des tensions d'essai correspondant aux disjoncteurs situés dans des installations non exposées sont à l'étude.

Le niveau d'isolement nominal d'un disjoncteur doit être choisi parmi les valeurs des tableaux I, II ou III de l'article 3 de la Publication 56-2 de la CEI. Les valeurs de ces tableaux s'appliquent également aux disjoncteurs de type intérieur et de type extérieur dans les installations exposées (pour le choix entre les différents niveaux d'isolement correspondant à une tension nominale donnée, voir la Publication 71A de la CEI: Guide d'application). Il doit être spécifié, dans l'appel d'offres, si le disjoncteur doit être du type intérieur ou extérieur.

La coordination des isolements dans un réseau électrique a pour but de réduire les dommages causés aux équipements électriques par les surtensions et de tendre à localiser les amorçages (lorsque l'on ne peut pas, économiquement, les éviter) en des points où ils ne causeront aucun dégât.

Il est recommandé de prendre des précautions pour limiter les surtensions aux bornes des disjoncteurs à des valeurs fixées inférieures au niveau d'isolement. Pour la spécification des valeurs auxquelles il est recommandé de limiter les surtensions de foudre, on se reportera à la Publication 71A de la CEI.

When selecting a circuit-breaker, due allowance should be made for the likely future development of the system as a whole, so that the circuit-breaker may be suitable not merely for immediate needs but also for the requirements of the future.

Note. — Some service conditions, such as evolving faults (tests under consideration) and switching of arc furnaces, are not dealt with in this Recommendation and should therefore be considered as special conditions for which agreement should be reached between manufacturer and user. Compare also Note of Sub-clause 17.8 in IEC Publication 56-4.

The same applies to circuit-breakers used for unusually frequent operation or any operation leading to a power-frequency recovery voltage higher than that corresponding to the rated voltage of the circuit-breaker, which may be the case at certain points of the system and, in particular, at the end of long lines.

In this particular case, the value of current to be interrupted at the highest voltage which may occur across the terminals of the circuit-breaker when opening, should be subject to a similar agreement.

2. Selection of rated values for normal service conditions

2.1 Selection of rated voltage

The rated voltage of the circuit-breaker should be chosen so as to be at least equal to the highest voltage of the system at the point where the circuit-breaker is to be installed.

The rated voltage of a circuit-breaker shall be selected from the standard values given in Clause 2 of IEC Publication 56-2. Preferred combinations of rated voltage, rated short-circuit current and rated normal current are given in the Co-ordination Tables in IEC Publication 56-2. The insulation level Tables in Clause 3 of IEC Publication 56-2, should also be taken into account in the selection of the rated voltage (see Sub-clause 2.2).

The rated voltages given in the above-mentioned Tables are voltages between lines.

2.2 Insulation co-ordination

This Recommendation applies in principle to circuit-breakers both in exposed and non-exposed installations (see Sub-clauses 3.6 and 3.7 of IEC Publication 56-1), but the test voltage values for circuit-breakers in non-exposed installations are under consideration.

The rated insulation level of a circuit-breaker shall be selected from Tables I, II or III in Clause 3 of IEC Publication 56-2. The values in these tables apply to both indoor and outdoor circuit-breakers in exposed installations (for the choice between the different insulation levels corresponding to a given rated voltage, see IEC Publication 71A, Application Guide). It shall be specified in the enquiry whether the circuit-breaker is to be of indoor or outdoor type.

The insulation co-ordination in an electrical system serves to minimize damage to the electrical equipment due to overvoltages and tends to confine flashovers (when these cannot be economically avoided) to points where they will cause no damage.

Precautions should be taken to limit the overvoltages on the terminals of the circuit-breaker to stated values below the insulation level. The question of specifying the values to which the lightning overvoltages should be limited is referred to in IEC Publication 71A.

Lorsqu'un disjoncteur est prévu pour être placé dans un endroit nécessitant un niveau d'isolement supérieur, cela doit être spécifié dans l'appel d'offres (voir l'article 1 de la Publication 56-6 de la CEI).

Note. — Si des disjoncteurs comportant une isolation réduite sont destinés à une installation où ils peuvent être utilisés pour la synchronisation, il peut être nécessaire d'augmenter la valeur de la tension de tenue à fréquence industrielle aux bornes du disjoncteur en position d'ouverture.

2.3 Fréquence nominale

Il est recommandé de consulter le constructeur si un disjoncteur doit être utilisé à une fréquence autre que sa fréquence nominale (voir l'article 4 de la Publication 56-2 de la CEI).

2.4 Choix du courant nominal en service continu

Le courant nominal en service continu d'un disjoncteur doit être choisi parmi les valeurs normales indiquées à l'article 5 de la Publication 56-2 de la CEI. Les combinaisons préférentielles des courants nominaux en service continu, des tensions nominales et des pouvoirs de coupure nominaux en court-circuit sont indiquées dans les tableaux de coordination de la Publication 56-2 de la CEI.

On notera que les disjoncteurs n'ont aucune capacité de surcharge continue spécifiée. De ce fait, lorsqu'on choisit un disjoncteur, il est recommandé que son courant nominal en service continu convienne pour tous les courants de charge qui peuvent se produire en service. Lorsque des surintensités intermittentes, fréquentes et importantes sont prévisibles, il est recommandé de consulter le constructeur.

Note. — Il est entendu que le courant nominal en service continu correspond au courant que peut supporter en permanence le disjoncteur, sauf pour des conditions de fonctionnement exceptionnelles. De telles conditions peuvent se rencontrer dans le cas de certains disjoncteurs de générateurs, susceptibles de fonctionner pendant très longtemps sous un courant voisin de leur courant nominal en service continu, sans manœuvres et dans une atmosphère chaude.

2.5 Conditions locales atmosphériques et climatiques

Les conditions atmosphériques et climatiques normales pour les disjoncteurs sont indiquées à l'article 2 de la Publication 56-1 de la CEI.

On fait une distinction entre les disjoncteurs des classes « moins 5 intérieur », « moins 20 intérieur », « moins 25 extérieur » et « moins 50 extérieur », qui correspondent à différentes températures minimales de l'air ambiant. Lorsqu'on a besoin des valeurs les plus basses, il est nécessaire de le préciser. Le constructeur doit être consulté si le disjoncteur doit être placé dans un endroit où la température de l'air ambiant peut descendre au-dessous de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour un disjoncteur de type intérieur et au-dessous de $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ pour un disjoncteur de type extérieur, ou dans des endroits où la température de l'air ambiant peut dépasser $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ou si la valeur moyenne de 24 h dépasse $35\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Pour les disjoncteurs du type extérieur, les conditions atmosphériques dans certaines zones sont défavorables du fait de la fumée, des vapeurs chimiques, des brouillards salins ou d'autres conditions analogues. Lorsque l'existence de telles conditions défavorables est connue, une attention particulière doit être donnée à la réalisation des parties du disjoncteur, particulièrement des isolateurs, qui sont normalement exposées à l'atmosphère.

Le comportement d'un isolateur dans de telles atmosphères dépend aussi de la fréquence avec laquelle est effectué le lavage artificiel ou le nettoyage naturel. Comme la qualité d'un isolateur, dans de telles conditions, dépend de nombreux facteurs, il n'est pas possible de donner des définitions précises des atmosphères normalement et fortement polluées. L'expérience dans la zone où l'isolateur doit être employé constitue le meilleur guide.

Where a circuit-breaker is required for a position necessitating a higher insulation level, this must be specified in the enquiry (see Clause 1 of IEC Publication 56-6).

Note. — If circuit-breakers having reduced insulation are to be installed where they may be used for synchronisation, an increase of the value of power-frequency withstand voltage across the open circuit-breaker may be necessary.

2.3 *Rated frequency*

The manufacturer should be consulted if a circuit-breaker is to be used at any frequency other than its rated frequency (see Clause 4 of IEC Publication 56-2).

2.4 *Selection of rated normal current*

The rated normal current of a circuit-breaker shall be selected from the standard values given in Clause 5 of IEC Publication 56-2. Preferred combinations of rated normal current, rated voltage and rated short-circuit current are given in the Co-ordination Tables in IEC Publication 56-2.

It should be noted that circuit-breakers have no specified continuous over-current capability. When selecting a circuit-breaker therefore, the rated normal current should be such as to make it suitable for any load current that may occur in service. Where intermittent over-currents are expected to be frequent and severe, the manufacturer should be consulted.

Note. — It is understood that the rated normal current is the current that a circuit-breaker can carry continuously except for uncommon conditions of use. Such conditions may be met for generator circuit-breakers which may be in the closed position for a very long time at a current near the rated normal current without being operated, and in a high ambient temperature.

2.5 *Local atmospheric and climatic conditions*

The normal atmospheric and climatic conditions for circuit-breakers are given in Clause 2 of IEC Publication 56-1.

A distinction is made between Classes “minus 5 indoor”, “minus 20 indoor”, “minus 25 outdoor” and “minus 50 outdoor” circuit-breakers, these being suitable for differing minimum ambient air temperatures. Where the lower values are required, it is necessary to state so clearly. The manufacturer should be consulted if a circuit-breaker is to be located where the ambient air temperature may fall below -20°C for an indoor circuit-breaker, and below -50°C for an outdoor circuit-breaker, or where the temperature may exceed 40°C (or if the 24-hour average exceeds 35°C).

For outdoor circuit-breakers, the atmospheric conditions in certain areas are unfavourable on account of smoke, chemical fumes, salt-laden spray and the like. Where such adverse conditions are known to exist, special consideration should be given to the design of those parts of the circuit-breaker, especially the insulators, normally exposed to the atmosphere.

The performance of an insulator in such atmospheres also depends on the frequency with which artificial washing or cleaning is carried out. Since the performance of an insulator under such conditions is dependent on so many factors, it is not possible to give precise definitions of normal and heavily polluted atmospheres. Experience in the area where the insulator is to be used is the best guide.

Si un disjoncteur doit être placé à un endroit où la pression due au vent excède 700 N/m^2 , le constructeur doit être consulté. Si un disjoncteur doit être placé dans un endroit où des couches de glace dépassant 5 kg/m^2 sont prévisibles, un accord doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur en ce qui concerne la possibilité pour le disjoncteur de fonctionner correctement dans de telles conditions. Un accord doit intervenir également entre le constructeur et l'utilisateur dans le cas où des tremblements de terre sont prévisibles.

Pour les installations intérieures, les conditions d'humidité à prévoir sont à l'étude.

2.6 *Emploi à de hautes altitudes*

Les conditions en service normal de l'article 2 de la Publication 56-1 de la CEI se rapportent à des disjoncteurs prévus pour être utilisés à des altitudes ne dépassant pas 1 000 m.

Pour des installations à des altitudes supérieures à 1 000 m, le constructeur doit être consulté.

3. **Choix des valeurs nominales pour les conditions de fonctionnement sur défaut**

3.1 *Choix du pouvoir de coupure nominal en court-circuit*

Comme il est indiqué à l'article 6 de la Publication 56-2 de la CEI, le pouvoir de coupure nominal en court-circuit s'exprime par deux valeurs:

- a) la valeur efficace de sa composante périodique (courant de court-circuit);
- b) le pourcentage de sa composante apériodique.

Le pourcentage de la composante apériodique varie en fonction du temps à partir du début du court-circuit. Lorsque le disjoncteur est conforme aux prescriptions normales indiquées au paragraphe 6.2 de la Publication 56-2 de la CEI, le pourcentage de la composante apériodique que peut supporter le disjoncteur n'est pas inférieur à la valeur prévue par la figure 2 de ce paragraphe pour le temps correspondant à la plus petite durée d'ouverture possible du disjoncteur, à laquelle s'ajoute, pour un disjoncteur dont l'ouverture est provoquée uniquement par une énergie auxiliaire, une durée minimale de fonctionnement du relais d'une demi-période de la fréquence nominale. La figure 2 de la Publication 56-2 de la CEI correspond à une composante périodique constante et à un facteur de puissance en court-circuit de 0,07 pour 50 Hz.

Lorsque le point d'application est électriquement suffisamment éloigné des machines tournantes, la diminution de la composante périodique est négligeable et il est seulement nécessaire de vérifier que le facteur de puissance en court-circuit n'est pas inférieur à 0,07 et que le retard minimal de l'équipement de protection n'est pas inférieur à une demi-période de la fréquence nominale. Dans ces conditions, il suffit que le pouvoir de coupure nominal en court-circuit du disjoncteur choisi ne soit pas inférieur au courant de défaut symétrique initial à l'endroit où le disjoncteur doit être installé.

Dans certains cas, le pourcentage de la composante apériodique peut être supérieur aux valeurs normales indiquées à la figure 2 de la Publication 56-2 de la CEI. Par exemple, lorsque les disjoncteurs sont à proximité de générateurs, la composante périodique peut décroître plus rapidement qu'elle ne décroît dans le cas normal. Le courant de court-circuit peut ainsi ne pas passer par zéro pendant un certain nombre de périodes. Dans ce cas, la contrainte du disjoncteur peut être réduite, par exemple, en retardant son ouverture, ou en insérant par l'intermédiaire d'un autre disjoncteur un dispositif d'amortissement supplémentaire et en ouvrant les disjoncteurs successivement. Si on ne peut pas adopter les valeurs normales du pourcentage de la composante apériodique, le pourcentage désiré doit être spécifié dans l'appel d'offres et les essais doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur; dans ce cas, l'attention est attirée sur le point b) du paragraphe 3.2.

The manufacturer should be consulted when the circuit-breaker is to be located where the wind pressure exceeds 700 N/m^2 . If a circuit-breaker is to be located where an ice-coating exceeding 5 kg/m^2 is expected, agreement should be reached between manufacturer and user as to the ability of the circuit-breaker to perform correctly under such conditions. Agreement should also be reached between manufacturer and user in cases where earth tremors can be expected.

For indoor installation, the humidity conditions are under consideration.

2.6 Use at high altitudes

The normal service conditions in Clause 2 of IEC Publication 56-1 provide for circuit-breakers intended for use at altitudes not exceeding $1\,000 \text{ m}$ ($3\,300 \text{ ft}$).

For installation at altitudes above $1\,000 \text{ m}$ the manufacturer should be consulted.

3. Selection of rated values for fault conditions

3.1 Selection of rated short-circuit breaking current

As stated in Clause 6 of IEC Publication 56-2, the rated short-circuit breaking current is expressed by two values:

- a) the r.m.s. value of its a.c. component (short-circuit current);
- b) its percentage d.c. component.

The percentage d.c. component varies with time from the incidence of the short-circuit. When the circuit-breaker meets the standard requirements stated in Sub-clause 6.2 of IEC Publication 56-2, the percentage d.c. component the circuit-breaker can deal with is not less than the value given in Figure 2 of that Sub-clause at the end of the time interval corresponding to the shortest possible opening time of the circuit-breaker plus, for a circuit-breaker to be tripped solely by a form of auxiliary power, a minimum relay time of one half cycle of rated frequency. Figure 2 of IEC Publication 56-2 is based on constancy of the a.c. component and a short-circuit power factor of 0.07 for 50 Hz .

When the application point is sufficiently remote electrically from rotating machines, the a.c. decrement is negligible and it is only necessary to verify that the short-circuit power factor is not less than 0.07 and the minimum time delay of the protective equipment is not less than one half cycle of rated frequency. In these conditions, it is sufficient that the selected circuit-breaker has a rated short-circuit breaking current not less than the initial symmetrical fault current at the point where the circuit-breaker is to be installed.

In some cases the percentage d.c. component may be higher than the standard values given in Figure 2 of IEC Publication 56-2. For instance, when circuit-breakers are in the vicinity of centres of generation, the a.c. component may decrease more quickly than in the normal case. The short-circuit current may then not have a current zero for a number of cycles. In such circumstances the duty of the circuit-breaker can be eased, for example, by delaying its opening, or by connecting an additional damping device with another circuit-breaker and opening the circuit-breakers in sequence. If the standard values of percentage d.c. component cannot be adhered to, the required percentage shall be specified in the enquiry and testing shall be subject to agreement between manufacturer and user; in this relation attention is drawn to Item b) of Sub-clause 3.2.

Le pouvoir de coupure nominal en court-circuit doit être choisi parmi les valeurs normales indiquées au paragraphe 6.1 de la Publication 56-2 de la CEI. Les combinaisons préférentielles des pouvoirs de coupure nominaux en court-circuit, des tensions nominales et des courants nominaux en service continu sont indiquées dans les tableaux de coordination de la Publication 56-2 de la CEI, article 21.

3.2 *Choix de la tension transitoire de rétablissement nominale, du facteur de premier pôle et des caractéristiques nominales pour les défauts en ligne*

Il est recommandé que l'onde de la tension transitoire de rétablissement présumée du réseau ne dépasse pas le tracé de référence représentant la tension transitoire de rétablissement spécifiée pour le disjoncteur; il est recommandé que cette onde traverse le segment de droite spécifié définissant le retard au voisinage du zéro de la tension mais ne le retransverse pas ensuite (voir le paragraphe 7.2 de la Publication 56-2 de la CEI). Des valeurs normales correspondant au pouvoir de coupure nominal en court-circuit sont indiquées au paragraphe 7.3 de la Publication 56-2 de la CEI, et des valeurs normales pour des essais de court-circuit à des courants inférieurs au pouvoir de coupure nominal en court-circuit sont spécifiées au paragraphe 7.5 de la Publication 56-4 de la CEI.

Note. — Les tensions transitoires de rétablissement qui apparaissent lors de la coupure des courants de court-circuit les plus élevés ne sont pas forcément plus sévères que celles qui peuvent apparaître dans d'autres cas. Par exemple, la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement peut être plus élevée lors de la coupure de courants plus faibles.

Les valeurs normales indiquées pour les tensions nominales égales ou inférieures à 100 kV s'appliquent à un facteur de premier pôle de 1,5, mais pour les tensions supérieures à 100 kV, on peut choisir entre les facteurs de premier pôle 1,3 et 1,5. Le facteur 1,3 correspond à un réseau à neutre effectivement à la terre où une difficulté due à des défauts triphasés isolés de la terre est considérée comme fortement improbable. Il est recommandé d'utiliser le facteur de premier pôle 1,5 pour les applications à des réseaux à neutre isolé et à des réseaux compensés par bobine d'extinction. Un facteur de premier pôle de 1,5 peut être nécessaire pour les applications à des réseaux à neutre effectivement à la terre lorsqu'on ne peut pas négliger la probabilité d'une difficulté due à des défauts triphasés isolés de la terre et pour les applications à des réseaux à neutre non effectivement à la terre.

Il ne sera généralement pas nécessaire de prendre en considération d'autres tensions transitoires de rétablissement, étant donné que les valeurs normales spécifiées couvrent la majorité des cas pratiques.

Toutefois, des conditions plus sévères peuvent se produire dans certains cas, par exemple:

- a) Dans le cas d'un court-circuit situé à proximité immédiate d'un transformateur sans aucune capacité appréciable entre le transformateur et le disjoncteur, la valeur de crête ainsi que la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement peuvent dépasser les valeurs spécifiées.

Note. — Il est également recommandé de prêter attention au choix d'un disjoncteur installé au primaire d'un transformateur et pouvant avoir à interrompre le courant correspondant à un court-circuit au secondaire.

- b) Dans le cas d'un court-circuit intéressant les disjoncteurs situés à proximité des générateurs, la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement peut dépasser les valeurs indiquées dans la présente recommandation.

Dans ces cas, il peut être nécessaire de prévoir un accord entre constructeur et utilisateur sur des caractéristiques spéciales de la tension transitoire de rétablissement.

Lorsque les disjoncteurs sont prévus pour des installations dans lesquelles il est nécessaire d'assigner des caractéristiques nominales pour les défauts en ligne, l'impédance d'onde et le facteur de crête de la ligne sur laquelle ils seront utilisés ne doivent pas être supérieurs aux valeurs appropriées indiquées

The rated short-circuit current shall be selected from the standard values given in Sub-clause 6.1 of IEC Publication 56-2. Preferred combinations of rated short-circuit current, rated voltage and rated normal current are given in the Co-ordination Tables in IEC Publication 56-2, Clause 21.

3.2 Selection of rated transient recovery voltage, first-pole-to-clear factor and rated characteristics for short-line faults

The prospective transient recovery voltage wave of the system should not exceed the reference line representing the transient recovery voltage specified for the circuit-breaker; it should cross the specified delay line close to zero voltage but should not recross it later, see Sub-clause 7.2 of IEC Publication 56-2. Standard values relating to the rated short-circuit breaking current are given in Sub-clause 7.3 of IEC Publication 56-2, and standard values for short-circuit tests at currents below the rated short-circuit breaking current are specified in Sub-clause 7.5 of IEC Publication 56-4.

Note. — The transient recovery voltages which appear when breaking the highest short-circuit currents are not necessarily more severe than those which appear in other cases. For example, the rate-of-rise of transient recovery voltage may be higher when breaking smaller currents.

The standard values given for rated voltages of 100 kV and less apply to a first-pole-to-clear factor of 1.5, but for voltages exceeding 100 kV a choice between first-pole-to-clear factors 1.3 and 1.5 is provided. The factor 1.3 is based on a system with effectively earthed neutral where difficulty due to three-phase faults not involving earth is considered highly improbable. For applications in isolated neutral and resonant earthed systems, the first-pole-to-clear factor 1.5 should be used. For applications in systems with effectively earthed neutral in cases where the probability of difficulty due to three-phase faults not involving earth cannot be disregarded, and for applications in systems with non-effectively earthed neutral, a first-pole-to-clear factor of 1.5 may be necessary.

Generally it will not be necessary to consider alternative transient recovery voltages as the standard values specified cover the majority of practical cases.

More severe conditions may happen in some cases, for instance:

- a) In the case of a short-circuit immediately after a transformer without any appreciable additional capacitance between the transformer and the circuit-breaker, both the peak voltage and rate-of-rise of transient recovery voltage may exceed the values specified.

Note. — Care should also be taken when selecting a circuit-breaker for the primary side of a transformer which may have to interrupt a short-circuit on the secondary side.

- b) In the case of a short-circuit on circuit-breakers in the vicinity of centres of generation, the rate-of-rise of transient recovery voltage may reach higher values than those indicated in this Recommendation.

In such cases it may be necessary for special TRV characteristics to be agreed between manufacturer and user.

When circuit-breakers are required for installations necessitating the assignment of rated short-line fault characteristics, the line on which they are to be used shall have a surge impedance and peak-factor not greater than the appropriate values given in Clause 8, Table VII of IEC Publication 56-2.