

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 157-1

Deuxième édition — Second edition

1973

Modifiée selon:
Complément A (1976)
Complément B (1979)

Amended in accordance with:
Supplement A (1976)
Supplement B (1979)

Appareillage à basse tension

Première partie: Disjoncteurs

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 1: Circuit-breakers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

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

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

Terminologie utilisée dans la présente publication

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Revision of this publication

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

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

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

Terminology used in this publication

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

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

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 157-1

Deuxième édition — Second edition

1973

Modifiée selon:

Complément A (1976)

Complément B (1979)

Amended in accordance with:

Supplement A (1976)

Supplement B (1979)

Appareillage à basse tension

Première partie: Disjoncteurs

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 1: Circuit-breakers



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
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Objet	6
2. DÉFINITIONS	6
2.1 Appareils	6
2.2 Termes généraux	8
2.3 Eléments constitutifs	10
2.4 Conditions de fonctionnement	14
2.5 Grandeurs caractéristiques	16
3. CLASSIFICATION	24
4. CARACTÉRISTIQUES DES DISJONCTEURS	24
4.1 Énumération des caractéristiques	24
4.2 Type du disjoncteur	24
4.3 Valeurs assignées	26
4.4 Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé	34
4.5 Types et caractéristiques des déclencheurs	36
4.6 Interrupteurs auxiliaires	40
5. MARQUES	40
6. CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE	42
6.1 Conditions normales de service	42
7. CONDITIONS NORMALES DE CONSTRUCTION	44
7.1 Réalisation mécanique	44
7.2 Enveloppes	46
7.3 Échauffement	46
7.4 Qualités diélectriques	50
7.5 Endurance mécanique et endurance électrique	50
7.6 Comportement en surcharge	52
7.7 Conditions de fonctionnement	52
8. ESSAIS	58
8.1 Vérification des caractéristiques des disjoncteurs	58
8.2 Essais de type	58
8.3 Essais individuels	96
9. PRESCRIPTIONS SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES DISJONCTEURS À FUSIBLES INCORPORÉS	98
9.1 Objet	98
9.2 Prescriptions générales relatives à la coordination du disjoncteur et de ses coupe-circuit à fusibles	98
9.3 Type et caractéristiques des coupe-circuit à fusibles coordonnés	100
9.4 Caractéristiques des disjoncteurs à fusibles incorporés	100
9.5 Vérification des prescriptions relatives à la coordination	100
10. PRESCRIPTIONS SUPPLÉMENTAIRES POUR LES DISJONCTEURS TÉTRAPOLAIRES	104
FIGURES 1 à 8	106 à 113
ANNEXE A — Détermination du facteur de puissance ou de la constante de temps d'un court-circuit	114
ANNEXE B — Indications à fournir par l'utilisateur quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	116
ANNEXE C — Distances d'isolement et lignes de fuite pour les disjoncteurs	118
ANNEXE D — Coordination des disjoncteurs avec des coupe-circuit à fusibles séparés associés dans le même circuit	120

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. GENERAL	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
2. DEFINITIONS	7
2.1 Devices	7
2.2 General terms	9
2.3 Constructional elements	11
2.4 Conditions of operation	15
2.5 Characteristic quantities	17
3. CLASSIFICATION	25
4. CHARACTERISTICS OF CIRCUIT-BREAKERS	25
4.1 Summary of characteristics	25
4.2 Type of circuit-breaker	25
4.3 Rated values	27
4.4 Control circuits and air-supply systems	35
4.5 Types and characteristics of releases	37
4.6 Auxiliary switches	41
5. MARKINGS	41
6. STANDARD CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE	43
6.1 Standard service conditions	43
7. STANDARD CONDITIONS FOR CONSTRUCTION	45
7.1 Mechanical design	45
7.2 Enclosures	47
7.3 Temperature rise	47
7.4 Dielectric properties	51
7.5 Mechanical and electrical endurance	51
7.6 Overload performance	53
7.7 Operating conditions	53
8. TESTS	59
8.1 Verification of the characteristics of circuit-breakers	59
8.2 Type tests	59
8.3 Routine tests	97
9. ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR INTEGRALLY-FUSED CIRCUIT-BREAKERS	99
9.1 Object	99
9.2 General requirements for co-ordination of the circuit-breaker with its fuses	99
9.3 Type and characteristics of the co-ordinated fuses	101
9.4 Characteristics of integrally-fused circuit-breakers	101
9.5 Verification of the requirements for co-ordination	101
10. ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR FOUR-POLE CIRCUIT-BREAKERS	105
FIGURES 1 to 8	106 to 113
APPENDIX A — Determination of short-circuit power-factor or time-constant	115
APPENDIX B — Information to be given by the user when conditions for operation in service differ from the standard	117
APPENDIX C — Clearances and creepage distances for circuit-breakers	119
APPENDIX D — Co-ordination of circuit-breakers with separate fuses associated in the same circuit	121

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION

Première partie: Disjoncteurs

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

Lors de la réunion tenue à Paris en 1967, il fut décidé de réviser la 1^{re} édition de cette Publication, parue en 1964, en y incorporant les disjoncteurs en boîtier moulé.

Deux projets successifs furent diffusés respectivement en janvier 1970 et, après examen par le Sous-Comité à Washington, en décembre 1970. A la réunion de Bruxelles en 1971, il fut décidé de diffuser, selon la procédure accélérée, un 3^e document qui fut ultérieurement considéré comme soumis à la Règle des Six Mois à compter du 1^{er} avril 1972.

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

Afrique du Sud	Pays-Bas
Allemagne	Pologne
Belgique	Portugal
Espagne	Roumanie
France	Royaume-Uni
Hongrie	Suède
Israël	Suisse
Italie *	Tchécoslovaquie
Japon	Turquie
Norvège	Yougoslavie

Le Comité national américain émit un vote défavorable car il estime trop élevée la valeur limite d'échauffement de 70 °C pour les bornes de disjoncteurs (article 7.3.2, tableau V).

La présente publication comprend la deuxième édition de 1973, le Complément A paru en 1976 et le Complément B paru en 1979.

* A l'exception de la légende de la catégorie P-I dans le tableau II de l'article 4.3.6.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Part 1: Circuit-breakers

FOREWORD

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

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 17B, Low-Voltage Switchgear and Controlgear, of IEC Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear.

During the meeting held in Paris in 1967, it was decided to revise the first edition of this Publication, issued in 1964, and to incorporate the moulded-case circuit-breakers.

Two successive drafts were respectively circulated in January 1970 and, after examination by the Sub-Committee in Washington, in December 1970. During the meeting held in Brussels in 1971, it was decided to circulate, according to the accelerated procedure, a third document which, at a later period, was considered as submitted to the Six Months' Rule from 1st April 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Poland
Czechoslovakia	Portugal
France	Romania
Germany	South Africa
Hungary	Spain
Israel	Sweden
Italy *	Switzerland
Japan	Turkey
Netherlands	United Kingdom
Norway	Yugoslavia

The US National Committee has cast a negative vote since it considers too high the value of the temperature-rise limit of 70 °C for the circuit-breaker terminals (Clause 7.3.2, Table V).

This publication is formed by the second edition issued in 1973, Supplement A issued in 1976 and Supplement B issued in 1979.

* With the exception of the caption of category P-1 in Table II of Clause 4.3.6.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION

Première partie: Disjoncteurs

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente recommandation est applicable aux disjoncteurs dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 200 V en courant continu; elle contient aussi des prescriptions supplémentaires pour les disjoncteurs à fusibles incorporés.

Elle s'applique quels que soient les courants assignés, les méthodes de construction (par exemple: disjoncteurs conventionnels, disjoncteurs en boîtier moulé) et l'application prévue des disjoncteurs.

Des prescriptions supplémentaires pour les disjoncteurs utilisés comme démarreurs directs sont données par la Publication 292-1 de la CEE: « Démarreurs de moteurs à basse tension. Première partie: Démarreurs directs (sous pleine tension) en courant alternatif ».

Les prescriptions concernant les disjoncteurs destinés à être utilisés par des personnes non averties sur des installations à usages domestiques et analogues sont contenues dans la Publication 157-2 (à l'étude).

Les prescriptions particulières concernant les disjoncteurs destinés également à assurer une protection contre les pertes à la terre sont à l'étude.

Note. — Les disjoncteurs objet de la présente recommandation peuvent être munis de dispositifs provoquant l'ouverture automatique dans des conditions prédéterminées autres que la surintensité et la chute de tension, telles que, par exemple, l'inversion de la puissance ou du courant. La présente recommandation ne traite pas de la vérification du fonctionnement dans de telles conditions prédéterminées.

1.2 *Objet*

La présente recommandation a pour objet de fixer:

- 1) les caractéristiques des disjoncteurs;
- 2) les conditions auxquelles doivent répondre les disjoncteurs relativement à:
 - a) leur fonctionnement et leur tenue en service normal,
 - b) leur fonctionnement et leur tenue en cas de surcharge,
 - c) leur fonctionnement et leur tenue en cas de court-circuit,
 - d) leurs qualités diélectriques;
- 3) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont remplies et les méthodes à adopter pour ces essais;
- 4) les indications à porter sur les appareils.

2. Définitions

Les définitions ci-après sont applicables pour la présente recommandation:

2.1 *Appareils*

2.1.1 *Appareil de connexion*

Appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Part 1: Circuit-breakers

1. General

1.1 Scope

This recommendation applies to circuit-breakers, the main contacts of which are intended to be connected to circuits the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 200 V d.c.; it also contains additional requirements for integrally-fused circuit-breakers.

It applies whatever the rated currents, the method of construction (e.g. conventional circuit-breakers, moulded-case circuit-breakers) or the proposed applications of the circuit-breakers may be.

Supplementary requirements for circuit-breakers used as direct-on-line starters are given in IEC Publication 292-1, 'Low-voltage Motor Starters. Part 1: Direct-on-line (full voltage) a.c. starters'.

The requirements for circuit-breakers intended to be accessible to and operated by unskilled people on domestic and similar installations are contained in Publication 157-2 (under consideration).

Particular requirements for circuit-breakers which are also intended to provide earth-leakage protection are under consideration.

Note. — Circuit-breakers which are dealt with in this recommendation may be provided with devices for automatic opening under pre-determined conditions other than those of over-current and under-voltage as, for example, reversal of power or current. This recommendation does not deal with the verification of operation under such pre-determined conditions.

1.2 Object

The object of this recommendation is to state:

- 1) the characteristics of circuit-breakers;
- 2) the conditions with which circuit-breakers must comply with reference to:
 - a) their operation and behaviour in normal service,
 - b) their operation and behaviour in case of overload,
 - c) their operation and behaviour in case of short-circuit,
 - d) their dielectric properties;
- 3) the tests intended for confirming that these conditions have been met and the methods to be adopted for these tests;
- 4) the data to be marked on the apparatus.

2. Definitions

For the purpose of this recommendation, the following definitions shall apply:

2.1 Devices

2.1.1 Switching device

A device designed to make or break the current in one or more electric circuits.

2.1.2 *Appareil mécanique de connexion*

Appareil de connexion destiné à fermer et à ouvrir un ou plusieurs circuits électriques au moyen de contacts séparables.

2.1.3 *Coupe-circuit à fusibles (par abréviation: Fusible)*

Appareil de connexion dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments spécialement conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré et d'interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée.

Note. — Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil de connexion complet.

2.1.4 *Disjoncteur (mécanique)*

Appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit.

Note. — Un disjoncteur est généralement prévu pour fonctionner peu fréquemment quoique certains types soient capables de manœuvres fréquentes.

2.1.5 *Disjoncteur à fusibles incorporés*

Combinaison, en un seul appareil, d'un disjoncteur et de coupe-circuit à fusibles, un fusible étant placé en série avec chaque pôle du disjoncteur destiné à être relié à un conducteur de phase.

2.2 *Termes généraux*

2.2.1 *Surintensité*

Tout courant supérieur au courant nominal.

2.2.2 *Surcharge*

Conditions de fonctionnement d'un circuit électriquement sain, qui provoquent une surintensité.

Note. — Une surcharge peut provoquer des dommages si elle est maintenue pendant un temps suffisant.

2.2.3 *Dispositif de verrouillage*

Dispositif qui subordonne la possibilité de fonctionnement d'un disjoncteur à la position ou au fonctionnement d'un ou de plusieurs autres éléments de l'équipement.

2.2.4 *Dispositif d'anti-pompage*

Dispositif qui empêche une re fermeture après une manœuvre de fermeture-ouverture pendant toute la durée du maintien de l'ordre de fermeture.

2.2.5 *Circuit principal (d'un disjoncteur)*

Ensemble des parties conductrices d'un disjoncteur insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer ou d'ouvrir.

2.2.6 *Circuit de commande (d'un disjoncteur)*

Ensemble des parties conductrices (autres que le circuit principal) d'un disjoncteur insérées dans un circuit utilisé pour commander la manœuvre de fermeture ou la manœuvre d'ouverture ou les deux manœuvres du disjoncteur.

2.1.2 *Mechanical switching device*

A switching device designed to close and open one or more electric circuits by means of separable contacts.

2.1.3 *Fuse*

A switching device that, by the melting of one or more of its specially designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted and breaks the current when this exceeds a given value for a sufficient time.

Note. — The fuse comprises all the parts that form the complete switching device.

2.1.4 *Circuit-breaker (mechanical)*

A mechanical switching device, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions and also making, carrying for a specified time and breaking currents under specified abnormal circuit conditions such as those of short-circuit.

Note. — A circuit-breaker is usually intended to operate infrequently, although some types are suitable for frequent operation.

2.1.5 *Integrally-fused circuit-breaker*

A combination, in a single device, of a circuit-breaker and fuses, one fuse being placed in series with each pole of the circuit-breaker intended to be connected to a phase conductor.

2.2 *General terms*

2.2.1 *Over-current*

Any current exceeding the rated current.

2.2.2 *Overload*

Operating conditions in an electrically undamaged circuit, which cause an over-current.

Note. — An overload may cause damage if sustained for a sufficient time.

2.2.3 *Interlocking device*

A device which makes the operation of a circuit-breaker dependent upon the position or operation of one or more other pieces of equipment.

2.2.4 *Anti-pumping device*

A device which prevents reclosing after a close-open operation as long as the device initiating closing is maintained in the position for closing.

2.2.5 *Main circuit (of a circuit-breaker)*

All the conductive parts of a circuit-breaker included in the circuit which it is designed to close or open.

2.2.6 *Control circuit (of a circuit-breaker)*

All the conductive parts (other than the main circuit) of a circuit-breaker which are included in a circuit used for the closing operation or opening operation, or both, of the circuit-breaker.

2.2.7 *Circuit auxiliaire (d'un disjoncteur)*

Ensemble des pièces conductrices d'un disjoncteur destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et les circuits de commande du disjoncteur.

Note. — Certains circuits auxiliaires répondent à des prescriptions supplémentaires, telles que la signalisation, le verrouillage, etc., et, à ce titre, ils peuvent faire partie du circuit de commande d'un autre appareil de connexion.

2.2.8 *Pôle (d'un disjoncteur)*

Élément constituant d'un disjoncteur associé exclusivement à un chemin conducteur électriquement séparé appartenant à son circuit principal, muni de contacts destinés à fermer et à ouvrir le circuit principal lui-même, cet élément ne comprenant pas les éléments constituant assurant la fixation et le fonctionnement d'ensemble de tous les pôles.

2.2.9 *Position de fermeture*

Position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal du disjoncteur est assurée.

2.2.10 *Position d'ouverture*

Position dans laquelle la distance prédéterminée d'isolement entre contacts ouverts est assurée dans le circuit principal du disjoncteur.

2.2.11 *Température de l'air ambiant*

Température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure la totalité du disjoncteur (par exemple, pour des disjoncteurs enfermés, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe).

2.2.12 *Manœuvre*

Passage d'un (des) contact(s) mobile(s) d'une position à une position adjacente.

Notes 1. — Ce pourra être une manœuvre de fermeture ou une manœuvre d'ouverture.

2. — Si une distinction est nécessaire, on emploiera les mots « manœuvre électrique » (par exemple: établissement ou coupure) et « manœuvre mécanique » (par exemple: fermeture ou ouverture).

2.2.13 *Cycle de manœuvres*

Suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position en passant par toutes les autres positions, s'il en existe.

Note. — Une suite de manœuvres ne formant pas un cycle de manœuvres est appelée *série de manœuvres*.

2.2.14 *Séquence de manœuvres*

Suite de manœuvres spécifiées effectuées avec des intervalles de temps spécifiés.

2.2.15 *Courant de court-circuit*

Surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique.

2.3 *Éléments constitutifs*

2.3.1 *Contact principal*

Contact inséré dans le circuit principal d'un disjoncteur, prévu pour supporter, dans la position de fermeture, le courant du circuit principal.

2.2.7 *Auxiliary circuit (of a circuit-breaker)*

All the conductive parts of a circuit-breaker which are intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuits of the circuit-breaker.

Note. — Some auxiliary circuits serve supplementary requirements such as signalling, interlocking, etc., and as such they may be part of the control circuit of another switching device.

2.2.8 *Pole (of a circuit-breaker)*

The portion of a circuit-breaker associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit, provided with contacts intended to connect and disconnect the main circuit itself, and excluding those portions which provide a means for mounting and operating all poles together.

2.2.9 *Closed position*

The position in which the pre-determined continuity of the main circuit of the circuit-breaker is secured.

2.2.10 *Open position*

The position in which the pre-determined clearance between open contacts in the main circuit of the circuit-breaker is secured.

2.2.11 *Ambient air temperature*

The temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete circuit-breaker (e.g., for enclosed circuit-breakers, it is the air outside the enclosure).

2.2.12 *Operation*

The transfer of the moving contact(s) from one position to an adjacent position.

Notes 1. — This may be a closing operation or an opening operation.

2. — If distinction is necessary, an operation in the electrical sense (e.g. make or break) is referred to as a "switching operation" and an operation in the mechanical sense (e.g. close or open) is referred to as a "mechanical operation".

2.2.13 *Operating cycle*

A succession of operations from one position to another and back to the first position through all other positions, if any.

Note. — A succession of operations not forming an operating cycle is referred to as an *operating series*.

2.2.14 *Operating sequence*

A succession of specified operations with specified time intervals.

2.2.15 *Short-circuit current*

An over-current resulting from a short-circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit.

2.3 *Constructional elements*

2.3.1 *Main contact*

A contact included in the main circuit of a circuit-breaker, intended to carry in the closed position the current of the main circuit.

2.3.2 *Contact d'arc*

Contact prévu pour que l'arc s'y établisse.

Note. — Un contact d'arc peut jouer le rôle de contact principal. Il peut être un contact distinct conçu de façon à s'ouvrir après et se fermer avant un autre contact qu'il a pour but de protéger contre des détériorations.

2.3.3 *Contact de commande*

Contact inséré dans un circuit de commande d'un disjoncteur et manœuvré mécaniquement par ce disjoncteur.

2.3.4 *Contact auxiliaire*

Contact inséré dans un circuit auxiliaire et manœuvré mécaniquement par le disjoncteur.

2.3.5 *Contact de fermeture (contact « a »)*

Contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque les contacts principaux du disjoncteur sont fermés et qui est ouvert lorsque ces contacts sont ouverts.

2.3.6 *Contact d'ouverture (contact « b »)*

Contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque les contacts principaux du disjoncteur sont fermés et qui est fermé lorsque ces contacts sont ouverts.

2.3.7 *Déclencheur*

Dispositif raccordé mécaniquement à un disjoncteur dont il libère les organes de retenue et qui permet l'ouverture ou la fermeture du disjoncteur.

2.3.8 *Déclencheur instantané*

Déclencheur qui fonctionne sans retard intentionnel.

2.3.9 *Déclencheur sous courant de fermeture*

Déclencheur qui permet l'ouverture d'un disjoncteur sans retard intentionnel, pendant une manœuvre de fermeture, si le courant établi dépasse une valeur prédéterminée; et qui est rendu inopérant lorsque le disjoncteur est en position de fermeture.

2.3.10 *Déclencheur à maximum de courant*

Déclencheur qui permet l'ouverture, avec ou sans retard, d'un disjoncteur lorsque le courant dans le déclencheur dépasse une valeur prédéterminée.

Note. — Cette valeur peut, dans certains cas, dépendre de la vitesse d'accroissement du courant.

2.3.11 *Déclencheur à maximum de courant à retard indépendant*

Déclencheur à maximum de courant qui fonctionne avec un retard défini qui peut être réglable mais est indépendant de la valeur de la surintensité.

2.3.12 *Déclencheur à maximum de courant à temps inverse*

Déclencheur à maximum de courant qui fonctionne après un intervalle de temps qui varie en raison inverse de la valeur de la surintensité.

Note. — Un tel déclencheur peut être prévu pour que le retard atteigne une valeur minimale définie pour les valeurs élevées de la surintensité.

2.3.13 *Déclencheur direct à maximum de courant*

Déclencheur à maximum de courant alimenté directement par le courant dans le circuit principal d'un disjoncteur.

2.3.2 *Arcing contact*

A contact on which the arc is intended to be established.

Note. — An arcing contact may serve as a main contact. It may be a separate contact so designed that it opens after and closes before another contact which it is intended to protect from injury.

2.3.3 *Control contact*

A contact included in a control circuit of a circuit-breaker and mechanically operated by the circuit-breaker.

2.3.4 *Auxiliary contact*

A contact included in an auxiliary circuit and mechanically operated by the circuit-breaker.

2.3.5 *a-contact (make contact)*

A control or auxiliary contact which is closed when the main contacts of the circuit-breaker are closed and open when they are open.

2.3.6 *b-contact (break contact)*

A control or auxiliary contact which is open when the main contacts of the circuit-breaker are closed and closed when they are open.

2.3.7 *Release*

A device, mechanically connected to a circuit-breaker, which releases the holding means and permits the opening or the closing of the circuit-breaker.

2.3.8 *Instantaneous release*

A release which operates without any intentional time-delay.

2.3.9 *Making-current release*

A release which permits a circuit-breaker to open, without any intentional time-delay, during a closing operation, if the making current exceeds a pre-determined value, and which is rendered inoperative when the circuit-breaker is in the closed position.

2.3.10 *Over-current release*

A release which permits a circuit-breaker to open with or without delay when the current in the release exceeds a pre-determined value.

Note. — This value can in some cases depend upon the rate-of-rise of current.

2.3.11 *Definite time-delay over-current release*

An over-current release which operates with a definite time-delay, which may be adjustable, but is independent of the value of the over-current.

2.3.12 *Inverse time-delay over-current release*

An over-current release which operates after a time-delay inversely dependent upon the value of the over-current.

Note. — Such a release may be designed so that the time-delay approaches a definite minimum value for high values of over-current.

2.3.13 *Direct over-current release*

An over-current release directly energized by the current in the main circuit of a circuit-breaker.

2.3.14 *Déclencheur indirect à maximum de courant*

Déclencheur à maximum de courant alimenté par le courant dans le circuit principal d'un disjoncteur par l'intermédiaire d'un transformateur de courant ou d'un shunt.

2.3.15 *Déclencheur de surcharge*

Déclencheur à maximum de courant destiné à la protection contre les surcharges.

2.3.16 *Déclencheur thermique de surcharge*

Déclencheur de surcharge à temps inverse dont le fonctionnement (y compris la temporisation) dépend de l'action thermique du courant qui traverse le déclencheur.

2.3.17 *Déclencheur à retour de courant (en courant continu seulement)*

Déclencheur qui permet l'ouverture, avec ou sans retard, d'un disjoncteur lorsque le courant change de sens et dépasse une valeur prédéterminée.

2.3.18 *Déclencheur shunt*

Déclencheur alimenté par une source de tension.

Note. — La source de tension peut être indépendante de la tension du circuit principal.

2.3.19 *Déclencheur à minimum de tension*

Déclencheur shunt qui permet l'ouverture ou la fermeture, avec ou sans retard, d'un disjoncteur lorsque la tension aux bornes du déclencheur tombe au-dessous d'une valeur prédéterminée.

2.3.20 *Partie conductrice*

Partie capable de conduire du courant, bien qu'elle ne soit pas nécessairement utilisée pour conduire du courant en service normal.

2.3.21 *Partie conductrice accessible (masse)*

Partie conductrice, susceptible d'être touchée directement, qui n'est pas sous tension en service normal mais qui peut le devenir en cas de défaut.

Note. — Les parties conductrices accessibles les plus caractéristiques sont les parois des enveloppes, les poignées de manœuvre, etc.

2.4 *Conditions de fonctionnement*

2.4.1 *Manœuvre de fermeture*

Manœuvre par laquelle on fait passer le disjoncteur de la position d'ouverture à la position de fermeture.

2.4.2 *Manœuvre d'ouverture*

Manœuvre par laquelle on fait passer le disjoncteur de la position de fermeture à la position d'ouverture.

2.4.3 *Manœuvre dépendante manuelle*

Manœuvre effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle directement appliquée, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre dépendent de l'action de l'opérateur.

2.4.4 *Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure*

Manœuvre effectuée au moyen d'une énergie autre que manuelle et dont l'achèvement dépend de la continuité de l'alimentation en énergie (de solénoïdes, moteurs électriques ou pneumatiques, etc.).

2.3.14 *Indirect over-current release*

An over-current release energized by the current in the main circuit of a circuit-breaker through a current transformer or a shunt.

2.3.15 *Overload release*

An over-current release intended for protection against overloads.

2.3.16 *Thermal overload release*

An inverse time-delay overload release depending for its operation (including its time-delay) on the thermal action of the current flowing in the release.

2.3.17 *Reverse current release (d.c. only)*

A release which permits a circuit-breaker to open, with or without delay, when the current flows in reverse direction and exceeds a pre-determined value.

2.3.18 *Shunt release*

A release energized by a source of voltage.

Note. — The source of voltage may be independent of the voltage of the main circuit.

2.3.19 *Under-voltage release*

A shunt release which permits a circuit-breaker to open or close, with or without delay, when the voltage across the terminals of the release falls below a pre-determined value.

2.3.20 *Conductive part*

A part which is capable of conducting current although it may not necessarily be used for carrying service current.

2.3.21 *Exposed conductive part*

A conductive part which can be touched readily and which normally is not alive, but which may become alive under fault conditions.

Note. — Typical exposed conductive parts are walls of enclosures, operating handles, etc.

2.4 *Conditions of operation*

2.4.1 *Closing operation*

An operation by which the circuit-breaker is brought from the open position to the closed position.

2.4.2 *Opening operation*

An operation by which the circuit-breaker is brought from the closed position to the open position.

2.4.3 *Dependent manual operation*

An operation solely by means of directly applied manual energy, such that the speed and force of the operation are dependent upon the action of the operator.

2.4.4 *Dependent power operation*

An operation by means of energy other than manual, where the completion of the operation is dependent upon the continuity of the power supply (to solenoids, electric or pneumatic motors, etc.).

2.4.5 *Manœuvre à accumulation d'énergie*

Manœuvre effectuée au moyen d'énergie emmagasinée dans le mécanisme lui-même avant l'achèvement de la manœuvre et suffisante pour achever la manœuvre dans des conditions prédéterminées.

Note. — Ce type de manœuvre peut être subdivisé suivant:

- 1) le mode d'accumulation de l'énergie (ressort, poids, etc.);
- 2) la provenance de l'énergie (manuelle, électrique, etc.);
- 3) le mode de libération de l'énergie (manuel, électrique, etc.).

2.4.6 *Manœuvre indépendante manuelle*

Manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie manuelle accumulée et libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur.

2.4.7 *Disjoncteur à déclenchement conditionné*

Disjoncteur qui ne peut être déclenché que lorsqu'il est en position de fermeture.

2.4.8 *Disjoncteur à déclenchement libre*

Disjoncteur dont les contacts mobiles reviennent en position d'ouverture et y demeurent quand la manœuvre d'ouverture est commandée après le début de la manœuvre de fermeture, même si l'ordre de fermeture est maintenu.

Note. — Afin d'assurer une interruption correcte du courant qui peut avoir été établi, il peut être nécessaire que les contacts atteignent momentanément la position de fermeture.

2.4.9 *Disjoncteur à fermeture empêchée*

Disjoncteur dont chacun des contacts mobiles est empêché de se fermer suffisamment pour être capable de laisser passer le courant si l'ordre de fermeture est donné alors que demeurent maintenues des conditions spécifiées.

2.5 *Grandeurs caractéristiques*

2.5.1 *Valeur assignée*

Valeur donnée de chacune des grandeurs caractéristiques qui servent à définir les conditions de fonctionnement pour lesquelles le disjoncteur a été conçu et construit.

2.5.2 *Courant présumé (d'un circuit et relativement à un disjoncteur)*

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

Note. — Le courant présumé peut être qualifié de la même façon qu'un courant réel, par exemple: courant présumé coupé, valeur de crête du courant présumé, etc.

2.5.3 *Valeur de crête du courant présumé*

Valeur de crête d'un courant présumé pendant la période transitoire qui suit son établissement.

Note. — La définition implique que le courant est établi par un disjoncteur idéal, c'est-à-dire dont l'impédance passe *instantanément* d'une valeur infinie à une valeur nulle. Pour des circuits où le courant peut suivre plusieurs chemins différents, par exemple dans les circuits polyphasés, elle implique de plus que le courant est établi *simultanément* dans tous les pôles, même si on ne considère que le courant dans un seul pôle.

2.5.4 *Valeur maximale de crête du courant présumé (d'un circuit à courant alternatif)*

Valeur de crête du courant présumé quand l'établissement du courant a lieu à l'instant qui conduit à la plus grande valeur possible.

Note. — Pour un disjoncteur multipolaire inséré dans un circuit polyphasé, la valeur maximale de crête du courant présumé ne se rapporte qu'à un seul pôle.

2.4.5 *Stored energy operation*

An operation by means of energy stored in the mechanism itself prior to the completion of the operation and sufficient to complete it under pre-determined conditions.

Note. — This kind of operation may be subdivided according to:

- 1) the manner of storing the energy (spring, weight, etc.);
- 2) the origin of the energy (manual, electric, etc.);
- 3) the manner of releasing the energy (manual, electric, etc.).

2.4.6 *Independent manual operation*

A stored energy operation where the energy originates from manual power, stored and released in one continuous operation, such that the speed and force of the operation are independent of the action of the operator.

2.4.7 *Fixed trip circuit-breaker*

A circuit-breaker which cannot be released except when it is in the closed position.

2.4.8 *Trip-free circuit-breaker*

A circuit-breaker the moving contacts of which return to and remain in the open position when the opening operation is initiated after the initiation of the closing operation, even if the closing command is maintained.

Note. — To ensure proper breaking of the current which may have been established, it may be necessary that the contacts momentarily reach the closed position.

2.4.9 *Circuit-breaker with lock-out preventing closing*

A circuit-breaker in which each of the moving contacts is prevented from closing sufficiently to be capable of passing current if the closing command is initiated while specified conditions remain established.

2.5 *Characteristic quantities*

2.5.1 *Rated value*

A stated value of any one of the characteristic quantities that serve to define the working conditions for which the circuit-breaker is designed and built.

2.5.2 *Prospective current (of a circuit, and with respect to a circuit-breaker)*

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

Note. — The prospective current may be qualified in the same manner as an actual current, e.g.: prospective breaking current, prospective peak current, etc.

2.5.3 *Prospective peak current*

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

Note. — The definition assumes that the current is made by an ideal circuit-breaker, i.e. with *instantaneous* transition from infinite to zero impedance. For circuits where the current can follow several different paths, e.g. polyphase circuits, it further assumes that the current is made *simultaneously* in all poles, even if only the current in one pole is considered.

2.5.4 *Maximum prospective peak current (of an a.c. circuit)*

The prospective peak current when initiation of the current takes place at the instant which leads to the highest possible value.

Note. — For a multipole circuit-breaker in a polyphase circuit, the maximum prospective peak current refers to a single pole only.

2.5.5 *Pouvoir de fermeture*

Une valeur de crête du courant présumé qu'un disjoncteur est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

2.5.6 *Courant coupé*

Courant dans un pôle d'un disjoncteur à l'instant de l'amorçage de l'arc au cours d'une manœuvre de coupure.

2.5.7 *Pouvoir de coupure*

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

2.5.8 *Pouvoir de fermeture (ou de coupure) en court-circuit*

Un pouvoir de fermeture (ou de coupure) pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes du disjoncteur.

2.5.9 *Courant de courte durée admissible*

Courant qu'un disjoncteur peut supporter dans la position de fermeture pendant un court intervalle de temps spécifié et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

Note. — Il a été tenu compte du courant passant I^2t ainsi que des effets électromécaniques associés au courant de crête.

2.5.10 *Valeur de crête du courant admissible*

Valeur de crête du courant qu'un disjoncteur peut supporter dans la position de fermeture et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

2.5.11 *Tension appliquée*

Tension qui existe entre les bornes d'un pôle d'un disjoncteur immédiatement avant l'établissement du courant.

2.5.12 *Tension de rétablissement*

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

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

2.5.12.1 *Tension transitoire de rétablissement (en abrégé: TTR)*

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

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

2. — A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la tension transitoire de rétablissement pour les circuits triphasés est la tension aux bornes du premier pôle qui coupe, car cette tension est généralement plus élevée que celle qui apparaît aux bornes de chacun des deux autres pôles.

2.5.12.2 *Tension de rétablissement à fréquence industrielle*

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

Note. — Cette définition s'applique aussi au cas du courant continu, la fréquence étant alors considérée comme nulle.

2.5.5 *Making capacity*

A value of prospective peak current that a circuit-breaker is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour.

2.5.6 *Breaking current*

The current in a pole of a circuit-breaker at the instant of initiation of the arc during a breaking operation.

2.5.7 *Breaking capacity*

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

2.5.8 *Short-circuit making (or breaking) capacity*

A making (or breaking) capacity for which the prescribed conditions include a short-circuit at the terminals of the circuit-breaker.

2.5.9 *Short-time withstand current*

The current that a circuit-breaker can carry in the closed position during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour.

Note. — Account has to be taken both of the I^2t let-through and also of the electro-mechanical effects associated with the peak current.

2.5.10 *Peak withstand current*

The value of peak current that a circuit-breaker can withstand in the closed position under prescribed conditions of use and behaviour.

2.5.11 *Applied voltage*

The voltage which exists across the terminals of a pole of a circuit-breaker just before the making of the current.

2.5.12 *Recovery voltage*

The voltage which appears across the terminals of a pole of a circuit-breaker after the breaking of the current.

Note. — This voltage may be considered in two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which power-frequency voltage alone exists.

2.5.12.1 *Transient recovery voltage (abbreviation: TRV)*

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

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

2. — The transient recovery voltage in three-phase circuits is, unless otherwise stated, that across the first pole to clear because this voltage is generally higher than that which appears across each of the other two poles.

2.5.12.2 *Power-frequency recovery voltage*

The recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided.

Note. — This definition applies also to the case of d.c., the frequency then being considered as zero.

2.5.13 *Durée d'ouverture (jusqu'à la séparation des contacts d'arc)*

La durée d'ouverture jusqu'à la séparation des contacts d'arc d'un disjoncteur est définie suivant le mode de déclenchement comme indiqué ci-dessous, les dispositifs de retard faisant partie intégrante du disjoncteur, s'il y a lieu, étant réglés pour la durée minimale ou, si possible, mis complètement hors d'action:

- a) Pour un disjoncteur déclenché par une source quelconque d'énergie auxiliaire, la durée d'ouverture est mesurée à partir de l'instant d'application de la source d'énergie auxiliaire sur le déclencheur d'ouverture, le disjoncteur étant dans la position de fermeture, jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.
- b) Pour un disjoncteur déclenché par le courant du circuit principal sans l'aide d'une source d'énergie auxiliaire, la durée d'ouverture est mesurée entre le moment où, le disjoncteur étant dans la position de fermeture, le courant dans le circuit principal atteint la valeur de fonctionnement du déclencheur à maximum de courant et l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.

2.5.14 *Durée d'arc*

2.5.14.1 *Durée d'arc d'un pôle*

Intervalle de temps entre l'instant de début de l'arc et l'instant de l'extinction finale de l'arc sur ce pôle.

2.5.14.2 *Durée d'arc d'un disjoncteur multipolaire*

Intervalle de temps entre l'instant du premier début d'un arc et l'instant de l'extinction finale de l'arc sur tous les pôles.

2.5.15 *Courant coupé critique*

Une valeur de courant coupé, inférieure au pouvoir nominal de coupure en court-circuit, pour laquelle la durée d'arc est notablement plus longue ou l'énergie d'arc est notablement plus importante qu'au pouvoir nominal de coupure en court-circuit.

2.5.16 *Durée de coupure*

Intervalle de temps entre le début de la durée d'ouverture d'un disjoncteur et la fin de la durée d'arc.

2.5.17 *Durée d'établissement*

Intervalle de temps entre le début de la manœuvre de fermeture et l'instant où le courant commence à circuler dans le circuit principal.

Note. — La durée d'établissement comprend la durée de fonctionnement des relais intermédiaires qui sont nécessaires au fonctionnement du disjoncteur et qui font partie intégrante de ce dernier.

2.5.18 *Durée d'établissement-coupure*

Intervalle de temps entre l'instant où le courant commence à circuler dans un pôle et l'instant de l'extinction finale des arcs sur tous les pôles, le déclencheur d'ouverture étant alimenté à l'instant où le courant commence à circuler dans le circuit principal.

2.5.19 *Courant de réglage (d'un déclencheur à maximum de courant)*

Valeur du courant de fonctionnement pour laquelle le déclencheur est réglé et par rapport à laquelle ses conditions de fonctionnement sont définies.

2.5.13 *Opening time (until separation of the arcing contacts)*

The opening time until separation of the arcing contacts of a circuit-breaker is defined according to the type of its opening release as stated below and with any time-delay device forming an integral part of the circuit-breaker adjusted to its minimum setting or, if possible, cut out entirely:

- a) For a circuit-breaker tripped by any form of auxiliary power, the opening time is measured from the instant of application of the auxiliary power to the opening release of the circuit-breaker, when in the closed position, to the instant when the arcing contacts have separated in all poles.
- b) For a circuit-breaker tripped by a current in the main circuit without the aid of any form of auxiliary power, the opening time is measured from the instant at which, the circuit-breaker being in the closed position, the current in the main circuit reaches the operating value of the over-current release to the instant when the arcing contacts have separated in all poles.

2.5.14 *Arcing time*

2.5.14.1 *Arcing time of a pole*

The interval of time between the instant of the initiation of the arc and the instant of final arc extinction in *that* pole.

2.5.14.2 *Arcing time of a multipole circuit-breaker*

The interval of time between the instant of the first initiation of an arc and the instant of final arc extinction in *all* poles.

2.5.15 *Critical breaking current*

A value of breaking current, less than the rated short-circuit breaking capacity, at which the arcing time is significantly longer or the arc energy is significantly higher than at the rated short-circuit breaking capacity.

2.5.16 *Break-time*

The interval of time between the beginning of the opening time of a circuit-breaker and the end of the arcing time.

2.5.17 *Make-time*

The interval of time between the initiation of the closing operation and the instant when the current begins to flow in the main circuit.

Note — The make-time includes the operating time of any auxiliary equipment necessary to close the circuit-breaker and forming an integral part of the circuit-breaker.

2.5.18 *Make-break time*

The interval of time between the instant when the current begins to flow in a pole and the instant of final arc extinction in all poles, with the opening release energized at the instant when current begins to flow in the main circuit.

2.5.19 *Current setting (of an over-current release)*

The value of the operating current for which the release is adjusted and in accordance with which its operating conditions are defined.

2.5.20 *Domaine du courant de réglage (d'un déclencheur à maximum de courant)*

Domaine limité par les valeurs minimale et maximale entre lesquelles on peut choisir le courant de réglage du déclencheur.

2.5.21 *Courant d'intersection*

Valeur de courant correspondant à l'intersection des caractéristiques de fonctionnement de deux dispositifs de protection à maximum de courant (soit I^2t , soit courbes caractéristiques homogènes temps-courant).

Note. — Lorsqu'un disjoncteur est associé à un dispositif de protection (coupe-circuit à fusibles ou autre disjoncteur) destiné en général à le protéger contre des courts-circuits excédant son pouvoir de coupure, on doit distinguer :

a) le courant d'intersection I_B : valeur maximale de surintensité au-delà de laquelle le dispositif de protection fonctionnera obligatoirement ;

Note. — Le courant d'intersection peut aussi être défini comme la valeur limite de protection pour le courant.

b) la limite de sélectivité I_S : valeur limite de surintensité en dessous de laquelle le disjoncteur fonctionnera seul (voir figures 7 et 8, page 112).

2.5.22 *Courant conventionnel de non-déclenchement (d'un déclencheur de surcharge)*

Valeur spécifiée du courant que le déclencheur peut supporter pendant un temps spécifié (temps conventionnel) sans fonctionner.

2.5.23 *Courant conventionnel de déclenchement (d'un déclencheur de surcharge)*

Valeur spécifiée du courant qui provoque le fonctionnement du déclencheur avant l'expiration d'un temps spécifié (temps conventionnel).

2.5.24 *Distance d'isolement*

Distance entre deux parties conductrices le long d'un fil tendu suivant le plus court trajet possible entre ces deux parties conductrices.

2.5.24.1 *Distance d'isolement entre pôles*

Distance d'isolement entre n'importe quelles parties conductrices de pôles adjacents.

2.5.24.2 *Distance d'isolement à la terre*

Distance d'isolement entre n'importe quelles parties conductrices et n'importe quelles parties réunies à la terre ou prévues pour être réunies à la terre.

2.5.24.3 *Distance d'isolement entre contacts ouverts*

Distance d'isolement totale entre les contacts, ou n'importe quelles parties conductrices qui leur sont reliées, d'un pôle d'un disjoncteur dans la position d'ouverture.

2.5.25 *Ligne de fuite*

Distance la plus courte le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices.

Note. — Un joint entre deux portions de matière isolante est considéré comme faisant partie de la surface.

2.5.26 *Intégrale de Joule (I^2t)*

Intégrale du carré du courant sur un intervalle de temps donné :

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

Note. — Cette définition est celle du Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.) (441-07-14) sans les notes.

2.5.20 *Current setting range (of an over-current release)*

The range between the minimum and maximum values over which the current setting of the release can be adjusted.

2.5.21 *Take-over current*

The value of current corresponding to the intersection of the characteristics of operation of two over-current protecting devices (either I^2t or homogeneous time-current characteristic curves).

Note. — When a circuit-breaker is associated with a back-up device (fuse or another circuit-breaker) generally intended for protecting it from short-circuits exceeding its breaking capacity, one must distinguish:

a) the take-over current I_B : the maximum over-current value beyond which the back-up device will necessarily operate;

Note. — The take-over current may also be defined as the back-up limit of current.

b) the selectivity limit of current I_S : the maximum over-current value at which the circuit-breaker will operate alone (see Figures 7 and 8, page 113).

2.5.22 *Conventional non-tripping current (of an overload release)*

A specified value of current which the release is capable of carrying for a specified time (conventional time) without operating.

2.5.23 *Conventional tripping current (of an overload release)*

A specified value of current which causes the release to operate within a specified time (conventional time).

2.5.24 *Clearance*

The distance between two conductive parts along a string stretched the shortest way between these conductive parts.

2.5.24.1 *Clearance between poles*

The clearance between any conductive parts of adjacent poles.

2.5.24.2 *Clearance to earth*

The clearance between any conductive parts and any parts which are earthed or intended to be earthed.

2.5.24.3 *Clearance between open contacts (gap)*

The total clearance between the contacts, or any conductive parts connected thereto, of a pole of a circuit-breaker in the open position.

2.5.25 *Creepage distance*

The shortest distance along the surface of an insulating material between two conductive parts.

Note. — A joint between two pieces of insulating material is considered part of the surface.

2.5.26 *Joule integral (I^2t)*

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

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

Note. — This definition is that of the International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.) (441-07-14) without the notes.

2.5.26.1 *Caractéristique I^2t d'un disjoncteur*

Courbe donnant les valeurs de I^2t d'après les durées de coupure (en général les valeurs minimales ou maximales de I^2t) en fonction du courant présumé pour des conditions de travail déterminées.

Note. — Il suffit normalement d'indiquer les valeurs maximales et minimales de I^2t pour le pouvoir de coupure assigné.

2.5.26.2 *Zone I^2t d'un disjoncteur*

Zone comprise entre les courbes caractéristiques I^2t minimum et I^2t maximum.

3. **Classification**

3.1 Suivant le genre de commande de la manœuvre de fermeture, on distingue:

- les disjoncteurs à fermeture dépendante à main,
- les disjoncteurs à fermeture indépendante à main,
- les disjoncteurs à fermeture dépendante à source d'énergie extérieure,
- les disjoncteurs à fermeture par accumulation d'énergie.

3.2 Suivant le milieu de coupure, les disjoncteurs sont divisés en différents groupes, par exemple:

- les disjoncteurs à coupure dans l'air,
- les disjoncteurs à coupure dans l'huile.

3.3 Suivant le degré de la protection procurée par l'enveloppe, on distingue différentes catégories conformément à la Publication 144 de la CEI: « Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension »:

4. **Caractéristiques des disjoncteurs**

4.1 *Énumération des caractéristiques*

Les caractéristiques d'un disjoncteur doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

- Type du disjoncteur (voir article 4.2);
- Valeurs assignées (voir article 4.3);
- Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé (voir article 4.4);
- Types et caractéristiques des déclencheurs (voir article 4.5);
- Interrupteurs auxiliaires (voir article 4.6);
- Degrés de protection des enveloppes (voir Publication 144 de la CEI).

4.2 *Type du disjoncteur*

Il est nécessaire d'indiquer:

4.2.1 *Le nombre de pôles*

4.2.2 *La nature du courant*

La nature du courant (courant alternatif ou courant continu) et, dans le cas du courant alternatif, le nombre de phases et la fréquence nominale.

4.2.3 *Le milieu de coupure (air, huile, etc.)*

4.2.4 *Le mode de fermeture*

Le mode de fermeture, par exemple: fermeture à main directe, fermeture à main à distance,

2.5.26.1 *I²t characteristic of a circuit-breaker*

A curve giving the values of I^2t related to break times (generally minimum or maximum values of I^2t) as a function of the prospective current under stated conditions of operation.

Note. — Normally it is sufficient to quote maximum and minimum values of I^2t at rated breaking capacity.

2.5.26.2 *I²t zone of a circuit-breaker*

The zone contained between the minimum I^2t and the maximum I^2t characteristics.

3. **Classification**

3.1 According to the method of control of the closing operation, circuit-breakers are designated as having:

- dependent manual closing,
- independent manual closing,
- dependent power closing,
- stored energy closing.

3.2 According to the interrupting medium, circuit-breakers are divided into different groups, e.g.:

- air-break,
- oil-immersed break.

3.3 According to the degree of protection provided by the enclosure, distinction is made in accordance with IEC Publication 144, Degrees of Protection of Enclosures for Low-voltage Switchgear and Controlgear.

4. **Characteristics of circuit-breakers**

4.1 *Summary of characteristics*

The characteristics of a circuit-breaker shall be stated in the following terms, where such terms are applicable:

- Type of circuit-breaker (see Clause 4.2);
- Rated values (see Clause 4.3);
- Control circuits and air-supply systems (see Clause 4.4);
- Types and characteristics of releases (see Clause 4.5);
- Auxiliary switches (see Clause 4.6);
- Degrees of protection of enclosures (see IEC Publication 144).

4.2 *Type of circuit-breaker*

The following shall be stated:

4.2.1 *Number of poles*

4.2.2 *Kind of current*

Kind of current (a.c. or d.c.) and, in the case of a.c., number of phases and rated frequency.

4.2.3 *Interrupting medium (air, oil, etc.)*

4.2.4 *Method of closing*

Method of closing, for example: direct manual closing, manual remote closing, electrical

fermeture électrique par moteur ou par électro-aimant, fermeture électropneumatique, etc. Dans le cas des disjoncteurs manœuvrés à la main, on devra indiquer la nature de l'organe de commande: poignée, levier, volant, etc.

4.2.5 *Le mode d'ouverture*

Le mode d'ouverture, par exemple: ouverture à main directe, ouverture à main à distance, ouverture électrique par moteur ou par électro-aimant, ouverture à maximum de courant, ouverture à manque de tension, ouverture à inversion de puissance (ou de courant) etc.

4.2.6 *Dispositions d'entretien*

Selon que des dispositions d'entretien ont été ou n'ont pas été prévues, on distingue:

- les disjoncteurs conçus pour être entretenus;
- les disjoncteurs conçus pour ne pas être entretenus.

4.3 *Valeurs assignées*

Les valeurs assignées relatives à un disjoncteur doivent être indiquées conformément aux articles 4.3.1 à 4.3.6, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les valeurs assignées énumérées.

4.3.1 *Tensions assignées*

Un disjoncteur est défini par les tensions assignées suivantes:

4.3.1.1 *Tensions d'emploi assignées*

Une tension d'emploi assignée (U_e) d'un disjoncteur est une valeur de tension à laquelle se rapportent les pouvoirs de fermeture et de coupure et les catégories de performance en court-circuit.

Pour des circuits polyphasés, elle s'exprime par une tension entre phases.

Notes 1. — Un même disjoncteur peut être caractérisé par un certain nombre de tensions d'emploi assignées et de valeurs associées de pouvoirs de fermeture et de coupure correspondant à différents services et différentes catégories de performance en court-circuit.

2. — En ce qui concerne les tensions assignées des circuits de commande, voir l'article 4.4.1.

4.3.1.2 *Tension d'isolement assignée*

La tension d'isolement assignée (U_i) d'un disjoncteur est la valeur de tension qui sert à le désigner et à laquelle se rapportent les essais diélectriques, les distances d'isolement et les lignes de fuite.

Sauf indication contraire, la tension d'isolement assignée est la valeur de la tension d'emploi assignée maximale du disjoncteur. En aucun cas, la tension d'emploi assignée la plus élevée ne doit excéder la tension d'isolement assignée.

4.3.2 *Courants assignés*

Un disjoncteur est défini par les courants assignés suivants:

4.3.2.1 *Courant thermique conventionnel assigné*

Le courant thermique conventionnel assigné (I_{th}) d'un disjoncteur est le courant maximal, fixé par le constructeur, que peut supporter le disjoncteur sans enveloppe en service de 8 heures (voir article 4.3.4.1) quand il est essayé à l'air libre, sans que l'échauffement de ses différentes parties dépasse les limites spécifiées à l'article 7.3 (tableaux IV et V) lorsqu'il est essayé selon les prescriptions de l'article 8.2.2.

Notes 1. — On entend par air libre celui qui existe dans les conditions normales à l'intérieur, raisonnablement exempt de poussières et de radiations externes.

2. — Un disjoncteur sans enveloppe est un matériel fourni par le constructeur sans enveloppe ou un matériel fourni par le constructeur avec une enveloppe formant partie intégrante de ce matériel.

closing by motor or solenoid, electro-pneumatic closing, etc. In the case of hand-operated circuit-breakers, the type of closing device shall be stated: handle, lever, wheel, etc.

4.2.5 *Method of opening*

Method of opening, for example: direct manual opening, manual remote opening, electrical opening by motor or solenoid, over-current opening, under-voltage opening, reverse power (or current) opening, etc.

4.2.6 *Provision for maintenance*

According to whether or not provision has been made for maintenance, circuit-breakers are designated as:

- designed to be maintained;
- designed not to be maintained.

4.3 *Rated values*

The rated values established for a circuit-breaker shall be stated in accordance with Clauses 4.3.1 to 4.3.6, but it is not necessary to establish all the rated values listed.

4.3.1 *Rated voltages*

A circuit-breaker is defined by the following rated voltages:

4.3.1.1 *Rated operational voltages*

A rated operational voltage (U_o) of a circuit-breaker is a value of voltage to which the making and breaking capacities and the short-circuit performance categories are referred.

For polyphase circuits, it is stated as the voltage between phases.

Notes 1. — The same circuit-breaker may be assigned a number of rated operational voltages and associated making and breaking capacities for different duties and short-circuit performance categories.

2. — For rated voltages of control circuits, see Clause 4.4.1.

4.3.1.2 *Rated insulation voltage*

The rated insulation voltage (U_i) of a circuit-breaker is the value of voltage which designates it and to which dielectric tests, clearances and creepage distances are referred.

Unless otherwise stated, the rated insulation voltage is the value of the maximum rated operational voltage of the circuit-breaker. In no case shall the maximum rated operational voltage exceed the rated insulation voltage.

4.3.2 *Rated currents*

A circuit-breaker is defined by the following rated currents:

4.3.2.1 *Rated conventional thermal current*

The rated conventional thermal current (I_{th}) of a circuit-breaker is the maximum current stated by the manufacturer that the unenclosed circuit-breaker can carry in 8 hour duty (see Clause 4.3.4.1) when tested in free air, without the temperature rise of its several parts exceeding the limits specified in Clause 7.3 (Tables IV and V) when tested according to Clause 8.2.2.

Notes 1. — Free air is understood to be that obtained under normal indoor conditions reasonably free from draughts and external radiation.

2. — An unenclosed circuit-breaker is a circuit-breaker supplied by the manufacturer without an enclosure or a circuit-breaker supplied by the manufacturer with an enclosure forming an integral part of the circuit-breaker.

4.3.2.2 *Courant thermique assigné sous enveloppe*

Le courant thermique assigné sous enveloppe (I_{the}) d'un disjoncteur est le courant maximal, fixé par le constructeur, que le disjoncteur peut supporter dans un service donné (voir article 4.3.4) lorsqu'il est monté dans une enveloppe spécifiée. Les essais relatifs à cette caractéristique assignée doivent être effectués selon les prescriptions de l'article 8.2.2, mais ils ne sont pas obligatoires si l'essai relatif au « courant thermique conventionnel assigné » a été effectué et si le constructeur est en mesure d'indiquer une valeur assignée de courant thermique sous enveloppe.

Cette caractéristique assignée peut se rapporter à l'absence de ventilation, auquel cas l'enveloppe doit être de la taille fixée par le constructeur comme étant la plus petite enveloppe utilisable en service. Elle peut aussi tenir compte d'une ventilation, celle-ci étant conforme aux indications du constructeur.

Note. — Il n'est pas possible de définir utilement un « courant thermique de service assigné » en raison des grandes différences existant entre les installations et les conditions de service. (Le « courant nominal », objet du paragraphe 4.2 de la Publication 439 de la CEI est en fait un « courant thermique de service assigné ».)

4.3.2.3 *Courant ininterrompu assigné*

Le courant ininterrompu assigné (I_u) d'un disjoncteur est une valeur de courant, fixée par le constructeur, que le disjoncteur peut supporter en service ininterrompu (voir article 4.3.4.2).

4.3.3 *Fréquence assignée*

La fréquence assignée d'un disjoncteur est la fréquence d'utilisation pour laquelle le disjoncteur est établi et à laquelle correspondent les autres caractéristiques.

4.3.4 *Service assigné*

Les services assignés considérés comme normaux sont les suivants:

4.3.4.1 *Service de 8 heures*

Service dans lequel les contacts principaux d'un disjoncteur demeurent fermés, tout en étant parcourus par un courant constant, pendant une durée assez longue pour qu'ils puissent atteindre l'équilibre thermique mais ne dépassant pas 8 heures sans interruption.

Notes 1. — Ce service est le service de base d'après lequel le courant thermique assigné de l'appareil est déterminé.

2. — Par interruption, on entend la coupure du courant par manœuvre du disjoncteur.

4.3.4.2 *Service ininterrompu*

Service dans lequel les contacts principaux d'un disjoncteur demeurent fermés sans interruption, tout en étant parcourus par un courant constant, pendant des durées supérieures à 8 heures (des semaines, des mois ou même des années).

Note. — Ce genre de service diffère du service de 8 heures en ce que les oxydes et les poussières peuvent s'accumuler sur les contacts et amener un échauffement progressif. Il peut être tenu compte du service ininterrompu soit par l'adoption d'un facteur de déclassement, soit par des réalisations spéciales (contacts en argent ou avec plaquettes d'argent, par exemple) (voir tableau V).

4.3.2.2 *Rated enclosed thermal current*

The rated enclosed thermal current (I_{the}) of a circuit-breaker is the maximum current stated by the manufacturer that the circuit-breaker can carry in the stated duty (see Clause 4.3.4) when mounted in a specified enclosure. Tests for this rating shall be in accordance with Clause 8.2.2, but are not mandatory if the test for “rated conventional thermal current” has been made, and the manufacturer is prepared to state an enclosed thermal current rating.

The rating may be an unventilated rating, in which case the enclosure shall be of the size stated by the manufacturer to be the smallest enclosure that is applicable in service. Alternatively, the rating may be a ventilated rating with the ventilation in accordance with the manufacturer's data.

Note. — It is not possible to usefully define a rated service thermal current as the installation and service conditions can vary greatly. (The “rated current” Sub-clause 4.2 of IEC Publication 439 is in effect the “rated service thermal current”.)

4.3.2.3 *Rated uninterrupted current*

The rated uninterrupted current (I_u) of a circuit-breaker is a value of current, stated by the manufacturer, which the circuit-breaker can carry in uninterrupted duty (see Clause 4.3.4.2).

4.3.3 *Rated frequency*

The rated frequency of a circuit-breaker is the service frequency for which the circuit-breaker is designed and to which the values of the other characteristics correspond.

4.3.4 *Rated duty*

The rated duties considered as normal are as follows:

4.3.4.1 *Eight-hour duty*

Duty in which the main contacts of a circuit-breaker remain closed whilst carrying a steady current long enough to reach thermal equilibrium but not for more than eight hours without interruption.

Notes 1. — This is the basic duty on which the rated thermal current of the apparatus is determined.

2. — Interruption means breaking of the current by operation of the circuit-breaker.

4.3.4.2 *Uninterrupted duty*

Duty in which the main contacts of a circuit-breaker remain closed whilst carrying a steady current without interruption for periods of more than eight hours (weeks, months, or even years).

Note. — This kind of service is set apart from the eight-hour duty because oxides and dirt can accumulate on the contacts and lead to progressive heating. Uninterrupted duty can be taken account of either by a de-rating factor, or by special design considerations (e.g. silver or silver-faced contacts) (see Table V).

4.3.5 *Pouvoirs de fermeture et de coupure assignés en court-circuit et courant de courte durée admissible assigné*

4.3.5.1 *Pouvoir de fermeture assigné en court-circuit*

Le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit d'un disjoncteur est la valeur de pouvoir de fermeture en court-circuit fixée pour ce disjoncteur par le constructeur pour la tension d'emploi assignée, à la fréquence assignée et pour un facteur de puissance (ou une constante de temps) spécifié. Il s'exprime par la valeur maximale de crête du courant présumé.

En courant alternatif, le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit d'un disjoncteur ne doit pas être inférieur au produit de son pouvoir de coupure assigné en court-circuit par le facteur n figurant au tableau I (voir article 4.3.5.3).

En courant continu, le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit d'un disjoncteur ne doit pas être inférieur à son pouvoir de coupure assigné en court-circuit, en admettant que le courant de court-circuit en régime établi est constant.

Un pouvoir de fermeture assigné en court-circuit implique que le disjoncteur est capable d'établir le courant correspondant à ce pouvoir assigné pour une tension appliquée inférieure ou égale à celle correspondant à 110% de la tension d'emploi assignée.

4.3.5.2 *Pouvoir de coupure assigné en court-circuit*

Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit (I_{cn}) d'un disjoncteur est la valeur de pouvoir de coupure en court-circuit fixée pour ce disjoncteur par le constructeur, pour la tension d'emploi assignée, à la fréquence assignée et pour un facteur de puissance (ou une constante de temps) spécifié. Il s'exprime par la valeur du courant présumé coupé (valeur efficace de la composante périodique dans le cas du courant alternatif).

En courant alternatif, le disjoncteur doit être capable de couper un courant présumé correspondant à son pouvoir de coupure assigné en court-circuit, quelle que soit la valeur de la composante aperiodique correspondante, en admettant que la composante périodique est constante.

Un pouvoir de coupure assigné en court-circuit exige que le disjoncteur soit capable de couper toute valeur de courant inférieure ou égale à la valeur correspondant à ce pouvoir assigné sous une tension de rétablissement à fréquence industrielle égale à 110% de la tension d'emploi assignée et:

- en courant alternatif, pour tout facteur de puissance non inférieur à celui donné par le tableau I (voir article 4.3.5.3);
- en courant continu, sauf indication contraire du constructeur, pour toute constante de temps n'excédant pas celle donnée à l'article 4.3.5.4.

Pour des tensions de rétablissement à fréquence industrielle supérieures à 110% de la tension d'emploi assignée, aucune garantie ne peut être donnée en ce qui concerne un pouvoir de coupure en court-circuit.

4.3.5.3 *Relation entre les pouvoirs de fermeture et de coupure assignés en court-circuit et le facteur de puissance*

La relation normale entre le pouvoir de coupure assigné en court-circuit, le facteur de puissance et la valeur minimale exigée du pouvoir de fermeture assigné en court-circuit est donnée par le tableau I suivant:

4.3.5 *Rated short-circuit making and breaking capacities and rated short-time withstand current*

4.3.5.1 *Rated short-circuit making capacity*

The rated short-circuit making capacity of a circuit-breaker is the value of short-circuit making capacity assigned to that circuit-breaker by the manufacturer for the rated operational voltage, at rated frequency, and at a specified power-factor (or time-constant). It is expressed as the maximum prospective peak current.

For a.c., the rated short-circuit making capacity of a circuit-breaker shall be not less than its rated short-circuit breaking capacity, multiplied by the factor n of Table I (see Clause 4.3.5.3).

For d.c., the rated short-circuit making capacity of a circuit-breaker shall be not less than its rated short-circuit breaking capacity, on the assumption that the steady-state short-circuit current is constant.

A rated short-circuit making capacity implies that the circuit-breaker shall be able to make the current corresponding to that rated capacity at an applied voltage up to and including that corresponding to 110% of the rated operational voltage.

4.3.5.2 *Rated short-circuit breaking capacity*

The rated short-circuit breaking capacity (I_{cn}) of a circuit-breaker is the value of short-circuit breaking capacity assigned to that circuit-breaker by the manufacturer for the rated operational voltage, at rated frequency and at a specified power-factor (or time-constant). It is expressed as the value of the prospective breaking current (r.m.s. value of the a.c. component in the case of a.c.).

For a.c., the circuit-breaker shall be capable of breaking a prospective current corresponding to its rated short-circuit breaking capacity, irrespective of the value of the inherent d.c. component, on the assumption that the a.c. component is constant.

A rated short-circuit breaking capacity requires that the circuit-breaker shall be able to break any value of current up to and including the value corresponding to that rated capacity at a power-frequency recovery voltage equal to 110% of the rated operational voltage, and:

- for a.c., at any power-factor not less than that of Table I (see Clause 4.3.5.3);
- for d.c., unless otherwise stated by the manufacturer, with any time-constant not exceeding that given in Clause 4.3.5.4.

For power-frequency recovery voltages in excess of 110% of the rated operational voltage, no short-circuit breaking capacity is guaranteed.

4.3.5.3 *Relationship between rated short-circuit making and breaking capacities and power-factor*

The standard relationship between rated short-circuit breaking capacity, power-factor and minimum required rated short-circuit making capacity is given in the following Table I:

TABEAU I

Rapport n entre la valeur minimale exigée du pouvoir de fermeture assigné en court-circuit et le pouvoir de coupure assigné en court-circuit

Pouvoir de coupure assigné en court-circuit I_{cn} (ampères)	Facteur de puissance normal	Valeur minimale exigée du pouvoir de fermeture assigné en court-circuit (exprimée en fonction du pouvoir de coupure assigné en court-circuit) $n \times I_{cn}$
$I_{cn} \leq 1\,500$	0,95	$1,41 \times I_{cn}$
$1\,500 < I_{cn} \leq 3\,000$	0,9	$1,42 \times I_{cn}$
$3\,000 < I_{cn} \leq 4\,500$	0,8	$1,47 \times I_{cn}$
$4\,500 < I_{cn} \leq 6\,000$	0,7	$1,53 \times I_{cn}$
$6\,000 < I_{cn} \leq 10\,000$	0,5	$1,7 \times I_{cn}$
$10\,000 < I_{cn} \leq 20\,000$	0,3	$2,0 \times I_{cn}$
$20\,000 < I_{cn} \leq 50\,000$	0,25	$2,1 \times I_{cn}$
$50\,000 < I_{cn}$	0,2	$2,2 \times I_{cn}$

Note. — Pour des tensions de rétablissement à fréquence industrielle supérieures à 110% de la tension d'emploi assignée, pour des facteurs de puissance inférieurs (ou des constantes de temps supérieures) aux valeurs spécifiées et pour des fréquences d'alimentation différentes de la fréquence assignée, aucune garantie ne peut être donnée pour les pouvoirs de fermeture et de coupure.

Les pouvoirs de fermeture et de coupure assignés en court-circuit ne sont valables que si le disjoncteur est manœuvré dans les conditions prescrites aux articles 7.7.1 et 7.7.2.

Pour des prescriptions spéciales, le constructeur peut fixer une valeur de pouvoir de fermeture assigné en court-circuit supérieure à celle exigée dans le tableau ci-dessus. Les essais de vérification de ces valeurs assignées doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Note. — Dans un but de simplification et, en particulier, pour les disjoncteurs ayant des pouvoirs de coupure assignés en court-circuit inférieurs ou égaux à 10 000 A, la spécification d'un disjoncteur peut ne comporter que la valeur de son pouvoir de coupure assigné en court-circuit et, s'il y a lieu, un courant de courte durée admissible assigné satisfaisant aux valeurs correspondantes données aux articles 4.3.5.3 et 4.3.5.5.

4.3.5.4 Constante de temps assignée

En courant continu, la constante de temps assignée doit être de 15 millisecondes, sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

4.3.5.5 Courant de courte durée admissible assigné

Le courant de courte durée admissible assigné d'un disjoncteur est la valeur de courant de courte durée admissible fixée pour ce disjoncteur par le constructeur dans les conditions d'essai spécifiées à l'article 8.2.5.

En courant alternatif, la valeur de ce courant est la valeur efficace de la composante périodique du courant présumé de court-circuit.

La durée du courant de courte durée admissible assigné est de une seconde. Si ce courant est inférieur à celui qui correspond au pouvoir de coupure assigné en court-circuit, le constructeur doit aussi indiquer le temps pendant lequel ce dernier courant peut être supporté.

TABLE I

Ratio n between minimum required rated short-circuit making capacity and rated short-circuit breaking capacity

Rated short-circuit breaking capacity I_{cn} (amperes)	Standard power-factor	Minimum required rated short-circuit making capacity (n times rated short-circuit breaking capacity) $n \times I_{cn}$
$I_{cn} \leq 1\,500$	0.95	$1.41 \times I_{cn}$
$1\,500 < I_{cn} \leq 3\,000$	0.9	$1.42 \times I_{cn}$
$3\,000 < I_{cn} \leq 4\,500$	0.8	$1.47 \times I_{cn}$
$4\,500 < I_{cn} \leq 6\,000$	0.7	$1.53 \times I_{cn}$
$6\,000 < I_{cn} \leq 10\,000$	0.5	$1.7 \times I_{cn}$
$10\,000 < I_{cn} \leq 20\,000$	0.3	$2.0 \times I_{cn}$
$20\,000 < I_{cn} \leq 50\,000$	0.25	$2.1 \times I_{cn}$
$50\,000 < I_{cn}$	0.2	$2.2 \times I_{cn}$

Note. — For power-frequency recovery voltages in excess of 110% of the rated operational voltage, for power-factors less than (or time-constants exceeding) the specified ones and for power frequencies other than the rated frequency, no making and breaking capacities are guaranteed.

The rated short-circuit making and breaking capacities are only valid when the circuit-breaker is operated in accordance with the requirements of Clauses 7.7.1 and 7.7.2.

For special requirements, the manufacturer may assign a value of rated short-circuit making capacity higher than that required by the above table. Tests to verify these rated values shall be the subject of agreement between manufacturer and user.

Note. — For the sake of simplicity and, in particular, for circuit-breakers having rated short-circuit breaking capacities of 10 000 A and less, a circuit-breaker may be specified by the single value of its rated short-circuit breaking capacity and, where applicable, a rated short-time withstand current complying with the co-related values given in Clauses 4.3.5.3 and 4.3.5.5.

4.3.5.4 *Rated time-constant*

For d.c., the rated time-constant shall be 15 milliseconds, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

4.3.5.5 *Rated short-time withstand current*

The rated short-time withstand current of a circuit-breaker is the value of short-time withstand current assigned to that circuit-breaker by the manufacturer under the test conditions specified in Clause 8.2.5.

For a.c., the value of this current is the r.m.s. value of the a.c. component of the prospective short-circuit current.

The duration of the rated short-time withstand current is one second. If this current is less than that corresponding to the rated short-circuit breaking capacity, the manufacturer shall also indicate the time during which the latter current can be carried.

Pour un disjoncteur équipé de déclencheurs à maximum de courant, il n'est pas besoin de fixer un courant de courte durée admissible assigné car il suffit qu'un tel disjoncteur puisse supporter le courant correspondant à son pouvoir de coupure assigné en court-circuit pendant sa durée totale de coupure lorsque les déclencheurs à maximum de courant sont réglés à leur retard maximal (voir article 8.2.4.2); si, cependant, un disjoncteur normalement équipé de déclencheurs à maximum de courant peut aussi être utilisé sans ces déclencheurs, un courant de courte durée admissible assigné doit être fixé. De même, pour un disjoncteur à fusibles incorporés, il n'est pas besoin de fixer un courant de courte durée admissible assigné car il suffit que l'ensemble puisse supporter le courant pendant le temps de fonctionnement des fusibles; si, cependant, un disjoncteur faisant normalement partie d'un disjoncteur à fusibles incorporés peut aussi être utilisé sans fusibles et sans déclencheurs à maximum de courant, un courant de courte durée admissible assigné doit être fixé.

4.3.6 *Catégories de performance en court-circuit*

La catégorie de performance en court-circuit doit être fixée en fonction de la séquence nominale de manœuvres et de l'état du disjoncteur après l'accomplissement de cette séquence aux pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure en court-circuit. Dans la présente recommandation, les catégories de performance en court-circuit suivantes sont considérées comme normales.

Note. — Pour même disjoncteur, les valeurs du pouvoir de coupure assigné en court-circuit et du pouvoir correspondant de fermeture assigné en court-circuit peuvent être différentes pour l'une et pour l'autre des deux catégories de performance en court-circuit.

TABLEAU II

Catégories de performance en court-circuit

Catégorie de performance en court-circuit	Séquence assignée de manœuvres pour les essais des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit	Etat après les essais en court-circuit
P-1	O - t - CO	Doit être capable d'assurer un service réduit (voir articles 8.2.4.10 et 8.2.4.10.1)
P-2	O - t - CO - t - CO	Doit être capable d'assurer un service normal (voir articles 8.2.4.10 et 8.2.4.10.2)
O représente une manœuvre de coupure; CO représente une manœuvre d'établissement suivie, après la durée d'ouverture appropriée (ou immédiatement, c'est-à-dire sans aucun retard intentionnel, dans le cas d'un disjoncteur non équipé de déclencheurs à maximum de courant incorporés), d'une manœuvre de coupure; t représente un intervalle de temps spécifié (voir article 8.2.4.3).		

4.4 *Circuits de commande et dispositifs d'alimentation en air comprimé*

Les caractéristiques des circuits de commande et des dispositifs d'alimentation en air comprimé sont:

4.4.1 *Pour les circuits de commande*

- la tension d'alimentation de commande assignée U_s ;
- la nature du courant;
- la fréquence assignée dans le cas du courant alternatif.

A circuit-breaker fitted with over-current releases need not have a rated short-time withstand current assigned to it because it is sufficient that such a circuit-breaker can carry the current corresponding to its rated short-circuit breaking capacity for its total break-time with the over-current releases set at their maximum time-lag (see Clause 8.2.4.2); if, however, a circuit-breaker normally fitted with over-current releases may also be used without these releases, a rated short-time withstand current shall be assigned. Similarly, an integrally-fused circuit-breaker need not have a rated short-time withstand current assigned to it because it is sufficient that the combination can carry the current for the operating time of the fuses; however, if a circuit-breaker normally used as part of an integrally-fused circuit-breaker may also be used without fuses and without over-current releases, then a rated short-time withstand current shall be assigned.

4.3.6 Short-circuit performance categories

The performance category shall be stated in terms of the rated operating sequence and the condition of the circuit-breaker after performing this sequence at rated short-circuit making and breaking capacities. In this recommendation, the following short-circuit performance categories are considered standard.

Note. — For the same circuit-breaker, the values of the rated short-circuit breaking and corresponding making capacities may be different for the two short-circuit performance categories.

TABLE II
Short-circuit performance categories

Short-circuit performance category	Rated operating sequence for short-circuit making and breaking capacity tests	Condition after short-circuit tests
P-1	O - t - CO	Required to be capable of performing reduced service (see Clauses 8.2.4.10 and 8.2.4.10.1)
P-2	O - t - CO - t - CO	Required to be capable of performing normal service (see Clauses 8.2.4.10 and 8.2.4.10.2)
O represents a breaking operation; CO represents a making operation followed, after the appropriate opening time (or immediately, that is without any intentional time delay, in the case of a circuit-breaker not fitted with integral over-current releases), by a breaking operation; t represents a specified time interval (see Clause 8.2.4.3).		

4.4 Control circuits and air-supply systems

The characteristics of control circuits and air-supply systems are:

4.4.1 For control circuits

- rated control supply voltage U_s ;
- kind of current;
- rated frequency, if a.c.

La tension d'alimentation de commande assignée et la fréquence assignée d'un circuit de commande sont les valeurs sur lesquelles sont basées les caractéristiques de fonctionnement, d'échauffement et d'isolation.

Par tension d'alimentation de commande, il faut entendre la tension mesurée aux bornes du circuit de commande parcouru par le courant de fonctionnement, y compris, s'il y a lieu, les résistances auxiliaires ou les accessoires quelconques (par exemple: des redresseurs), fournis ou indiqués par le constructeur comme étant essentiels pour le fonctionnement correct du disjoncteur.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, la tension d'alimentation de commande assignée U_s d'un disjoncteur est celle de son circuit principal et les limites admissibles pour la tension effectivement appliquée au circuit de commande sont 85% et 110% de la valeur assignée U_s .

Si la tension d'alimentation de commande assignée est différente de celle du circuit principal, il est recommandé que sa valeur soit choisie d'après les valeurs du tableau III.

TABLEAU III

Valeurs normales de la tension d'alimentation de commande assignée, si elle est différente de celle du circuit principal

Courant continu V	Courant alternatif monophasé V
24, 48, 110, 125, 220, 250	24, 48, 110, 127, 220

Note. — Le constructeur doit être en mesure d'indiquer la valeur ou les valeurs du courant absorbé par les circuits de commande sous la tension d'alimentation de commande assignée.

4.4.2 *Pour les dispositifs d'alimentation en air comprimé*

- la pression assignée et ses limites;
- les volumes d'air, à la pression atmosphérique, nécessaires pour chaque manœuvre de fermeture et chaque manœuvre d'ouverture.

La pression assignée d'alimentation d'un disjoncteur à commande pneumatique ou électropneumatique est la pression d'air sur laquelle sont basées les caractéristiques de fonctionnement du dispositif de commande pneumatique.

4.5 *Types et caractéristiques des déclencheurs*

4.5.1 *Types*

- 1) Déclencheur shunt.
- 2) Déclencheur à maximum de courant:
 - a) instantané;
 - b) à retard prédéterminé;
 - c) à temps inverse:
 - indépendant de la charge préalable;
 - dépendant de la charge préalable (par exemple: déclencheur du type thermique).
- 3) Déclencheur d'ouverture à minimum de tension.
- 4) Autres déclencheurs.

The rated control supply voltage and the rated frequency of a control circuit are the values upon which the operating, temperature-rise and insulation characteristics of that circuit are based.

The control supply voltage is understood to be the voltage measured at the terminals of the control circuit with operating current flowing, including, if any, auxiliary resistors or any accessories (for example, rectifiers), supplied or specified by the manufacturer as being essential for the correct operation of the circuit-breaker.

Unless otherwise specified, the rated control supply voltage U_s of a circuit-breaker is that of its main circuit and the permissible limits for the voltage in fact applied to the control circuit are 85% and 110% of the rated value U_s .

If the rated control supply voltage is different from that of the main circuit, it is recommended that its value be chosen from Table III.

TABLE III
Standard values of the rated control supply voltage,
if different from that of the main circuit

D.C. V	Single-phase a.c. V
24, 48, 110, 125, 220, 250	24, 48, 110, 125, 220

Note. — The manufacturer shall be prepared to state the value or values of the current taken by the control circuits at the rated control supply voltage.

4.4.2 For air-supply systems

- rated pressure and its limits;
- volumes of air, at atmospheric pressure, required for each closing and each opening operation.

The rated supply pressure of a pneumatically or electro-pneumatically controlled circuit-breaker is the air pressure upon which the operating characteristics of the pneumatic control system are based.

4.5 Types and characteristics of releases

4.5.1 Types

- 1) Shunt release.
- 2) Over-current release:
 - a) instantaneous;
 - b) definite time delay;
 - c) inverse time delay:
 - independent of previous load;
 - dependent on previous load (e.g. thermal type release).
- 3) Under-voltage opening release.
- 4) Other releases.

4.5.2 *Caractéristiques*

1) Déclencheur shunt et déclencheur à minimum de tension :

- la tension assignée;
- la nature du courant;
- la fréquence assignée, dans le cas du courant alternatif.

2) Déclencheur à maximum de courant :

- le courant thermique assigné;
- la nature du courant;
- la fréquence assignée, dans le cas du courant alternatif;
- le courant de réglage (ou le domaine de réglage);
- le temps de réglage (ou le domaine de réglage).

Le courant thermique assigné d'un déclencheur à maximum de courant est la valeur du courant (valeur efficace dans le cas du courant alternatif) qu'il doit être capable de supporter dans les conditions d'essai spécifiées à l'article 8.2.2 sans que l'échauffement de ses différentes parties dépasse les valeurs spécifiées aux tableaux IV et V.

4.5.3 *Courant de réglage des déclencheurs à maximum de courant*

Pour les disjoncteurs équipés de déclencheurs interchangeables ou réglables, le courant de réglage (ou le domaine des courants de réglage, si ceux-ci sont réglables) doit être indiqué sur le déclencheur ou sur son échelle de réglage. L'indication peut être donnée soit directement en ampères, soit en multiple de la valeur du courant figurant sur le déclencheur.

Pour les disjoncteurs équipés de déclencheurs non interchangeables et non réglables, l'indication peut figurer sur le disjoncteur. Si les caractéristiques de fonctionnement du déclencheur satisfont aux prescriptions du tableau VIII, il sera suffisant d'indiquer sur le disjoncteur son courant thermique assigné.

Pour les déclencheurs indirects fonctionnant à l'aide d'un transformateur de courant, les indications peuvent se rapporter soit au courant dans le primaire du transformateur de courant qui les alimente, soit au courant de réglage du déclencheur de surcharge. Dans l'un et l'autre cas, le rapport de transformation du transformateur de courant doit être indiqué.

Sauf spécification contraire, la valeur de fonctionnement des déclencheurs à maximum de courant autres que ceux du type thermique est indépendante de la température de l'air ambiant dans les limites de -5°C à $+40^{\circ}\text{C}$ et, pour les déclencheurs du type thermique, les valeurs indiquées correspondent à une température de l'air ambiant de $+20^{\circ}\text{C}$ ou $+40^{\circ}\text{C}$. Le constructeur doit être en mesure de préciser l'influence des variations de la température de l'air ambiant (voir article 7.7.2.3.2).

4.5.4 *Temps de réglage des déclencheurs à maximum de courant*

1) *Déclencheurs à retard indépendant de la surintensité*

Le temps de réglage doit être défini comme égal à la valeur en secondes de la durée d'ouverture du disjoncteur si le retard n'est pas réglable, ou aux valeurs extrêmes de la durée d'ouverture si le retard est réglable.

2) *Déclencheurs à retard dépendant de la surintensité*

Les caractéristiques temps-courant doivent être données sous forme de courbes fournies par le constructeur. Celles-ci doivent indiquer comment la durée d'ouverture, à partir de l'état froid, varie en fonction du courant jusqu'à une valeur d'au moins 10 fois le courant de réglage. Le constructeur doit indiquer, par des moyens convenables, les tolérances applicables à ces courbes.

4.5.2 *Characteristics*

- 1) Shunt release and under-voltage release:
 - rated voltage;
 - kind of current;
 - rated frequency, if a.c.
- 2) Over-current release:
 - rated thermal current;
 - kind of current;
 - rated frequency, if a.c.;
 - current setting (or range of settings);
 - time setting (or range of settings).

The rated thermal current of an over-current release is the value of current (r.m.s., if a.c.) which it shall be capable of carrying under the test conditions specified in Clause 8.2.2 without the temperature rise of its several parts exceeding the values specified in Tables IV and V.

4.5.3 *Current setting of over-current releases*

For circuit-breakers fitted with interchangeable or adjustable releases, the current setting (or range of current settings, if adjustable) shall be marked on the release or on its scale. The marking may be either directly in amperes, or as a multiple of the current value marked on the release.

For circuit-breakers fitted with non-interchangeable and non-adjustable releases, the marking may be on the circuit-breaker. If the operating characteristics of the release comply with the requirements of Table VIII, it shall be sufficient to mark the circuit-breaker with its rated thermal current.

In the case of indirect releases operated by current transformers, the marking may refer either to the primary current of the current transformer through which they are supplied, or to the current setting of the overload release. In either case, the ratio of the current transformer shall be stated.

Unless otherwise specified, the operating value of over-current releases other than those of the thermal type is independent of the ambient air temperature within the limits of -5°C to $+40^{\circ}\text{C}$, and, for releases of the thermal type, the values stated are for an ambient air temperature of $+20^{\circ}\text{C}$ or $+40^{\circ}\text{C}$. The manufacturer shall be prepared to state the influence of variations in the ambient air temperature (see Clause 7.7.2.3.2).

4.5.4 *Time setting of over-current releases*

- 1) *Releases, the time delay of which is independent of the over-current*

The time setting shall be stated as the duration in seconds of the opening time of the circuit-breaker, if the time delay is not adjustable, or the extreme values of the opening time, if the time delay is adjustable.

- 2) *Releases, the time delay of which is dependent on the over-current*

The time-current characteristics shall be given in the form of curves supplied by the manufacturer. These shall indicate how the opening time, starting from the cold state, varies with current up to a value of at least 10 times the current setting. The manufacturer shall indicate, by suitable means, the tolerances applicable to these curves.

Ces courbes doivent être données pour chacune des valeurs extrêmes du courant de réglage et, si le temps de réglage pour un courant de réglage donné est réglable, il est recommandé qu'elles soient également données pour chacune des valeurs extrêmes du temps de réglage.

Note. — Il est recommandé de porter le courant en abscisses et le temps en ordonnées, en utilisant des échelles logarithmiques. De plus, en vue de faciliter l'étude de la coordination des divers types de protection, il est recommandé de porter le courant en multiples du courant de réglage et le temps en secondes en utilisant les échelles normalisées décrites dans la Publication 269-1 de la CEI: Coupe-circuit à basse tension à haut pouvoir de coupure pour usages industriels et analogues. Première partie: Règles générales (1^{re} édition), article 5.6.4.

Sauf spécification contraire, on admettra que, pour des déclencheurs autres que ceux du type thermique, la durée d'ouverture d'un disjoncteur est pratiquement indépendante de la température de l'air ambiant dans les limites de -5 °C à $+40\text{ °C}$ et que, pour un disjoncteur muni de déclencheurs du type thermique, les tableaux ou les courbes donnant la durée d'ouverture correspondent à une température de l'air ambiant de $+20\text{ °C}$ ou de $+40\text{ °C}$, comme indiqué par le constructeur.

De plus, le constructeur doit être en mesure de préciser l'influence des variations de la température de l'air ambiant.

4.6 Interrupteurs auxiliaires

Les caractéristiques des interrupteurs auxiliaires doivent répondre aux prescriptions de la Publication 337-1 de la CEI: « Auxiliaires de commande (appareils de connexion à basse tension pour des circuits de commande et des circuits auxiliaires, y compris les contacteurs auxiliaires). Première partie: Prescriptions générales ».

Sauf indication contraire du constructeur, le courant thermique assigné des éléments de contact des interrupteurs auxiliaires est de 6 A, les tensions assignées des interrupteurs auxiliaires doivent être égales à la tension assignée correspondante du circuit principal du disjoncteur et la fréquence assignée (s'il y a lieu) doit être égale à celle de ce circuit principal.

5. Marques

Chaque disjoncteur doit porter de façon indélébile les indications suivantes. Les marques doivent se trouver sur le disjoncteur lui-même ou sur une ou plusieurs plaques signalétiques fixées au disjoncteur et ces marques doivent être à un endroit tel qu'elles soient visibles et lisibles lorsque le disjoncteur est en place.

- a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) la désignation du type ou le numéro de série;
- c) les tensions d'emploi assignées;
- d) la catégorie de performance en court-circuit;
- e) le courant thermique assigné ou le courant assigné ininterrompu;
- f) soit l'indication « courant continu » (ou le symbole ---), soit la valeur de la fréquence assignée, par exemple: $\sim 50\text{ Hz}$;
- g) le pouvoir de fermeture assigné en court-circuit (s'il est différent de celui spécifié à l'article 4.3.5.1);
- h) le pouvoir de coupure assigné en court-circuit;
- i) le courant de courte durée admissible assigné (s'il y a lieu);
- j) la tension d'isolement assignée, si elle est supérieure à la tension d'emploi assignée la plus élevée.

These curves shall be given for each extreme value of the current setting and, if the time setting for a given current setting is adjustable, it is recommended that they be given in addition for each extreme value of the time setting.

Note. — It is recommended that the current be plotted as abscissae and the time as ordinates, using logarithmic scales. Further, in order to facilitate the study of co-ordination of different types of protection, it is recommended that the current be plotted as multiples of the setting current and the time in seconds on the standard graph sheet detailed in IEC Publication 269-1: Low-voltage Fuses with High Breaking Capacity for Industrial and Similar Purposes. Part 1: General requirements (first edition), Clause 5.6.4.

Unless otherwise specified, it shall be assumed that the opening time of a circuit-breaker with releases other than those of the thermal type is practically independent of the ambient air temperature within the limits of -5°C to $+40^{\circ}\text{C}$, and, for a circuit-breaker with releases of the thermal type, the tables or curves of the opening time correspond to an ambient air temperature of $+20^{\circ}\text{C}$ or $+40^{\circ}\text{C}$ as stated by the manufacturer.

Further, the manufacturer shall be prepared to state the influence of variations in the ambient air temperature.

4.6

Auxiliary switches

The characteristics of auxiliary switches shall comply with the requirements of IEC Publication 337-1, Control Switches (low-voltage switching devices for control and auxiliary circuits, including contactor relays). Part 1: General requirements.

Unless otherwise stated by the manufacturer, the rated thermal current of the contact elements of the auxiliary switches is 6 A, the rated voltage of the auxiliary switches shall be equal to the corresponding rated voltage of the main circuit of the circuit-breaker, and the rated frequency (if any) shall be equal to that of this main circuit.

5.

Markings

Each circuit-breaker shall be marked in a durable manner with the following data. The markings shall be on the circuit-breaker itself or on a nameplate or nameplates attached to the circuit-breaker, and shall be located in a place such that they are visible and legible when the circuit-breaker is installed.

- a) manufacturer's name or trademark;
- b) type designation or serial number;
- c) rated operational voltages;
- d) short-circuit performance category;
- e) rated thermal or rated uninterrupted current;
- f) either the indication "d.c." (or the symbol ==) or value of the rated frequency, e.g.: $\sim 50\text{ Hz}$;
- g) rated short-circuit making capacity (if it differs from that specified in Clause 4.3.5.1);
- h) rated short-circuit breaking capacity;
- i) rated short-time withstand current (if applicable);
- j) rated insulation voltage, if higher than the maximum rated operational voltage.

Les indications suivantes, concernant les dispositifs d'ouverture et de fermeture du disjoncteur, doivent figurer soit sur leurs propres plaques signalétiques, soit sur la plaque signalétique du disjoncteur:

- k) la tension assignée du dispositif de fermeture (voir article 7.7.1.3) et la fréquence assignée dans le cas du courant alternatif;
- l) la tension assignée du déclencheur shunt (voir article 7.7.2.2), du déclencheur à minimum de tension (ou du déclencheur à manque de tension) (voir article 7.7.2.4) et la fréquence assignée dans le cas du courant alternatif;
- m) le courant assigné des déclencheurs indirects à maximum de courant;
- n) le nombre et le type des contacts auxiliaires ainsi que la nature du courant, la fréquence assignée (s'il y a lieu) et les tensions assignées des interrupteurs auxiliaires, si elles diffèrent de celles du circuit principal.

Notes 1. — Si, pour le petit matériel, l'espace disponible est insuffisant pour porter toutes les indications ci-dessus, le matériel portera au moins les renseignements a) et b) permettant de retrouver les indications complètes chez le constructeur.

2. — Il peut être nécessaire d'enlever le couvercle de l'enveloppe pour obtenir les renseignements prescrits.

6. Conditions normales de fonctionnement en service

6.1 Conditions normales de service

Les disjoncteurs répondant à la présente recommandation doivent être capables de fonctionner dans les conditions normales suivantes.

Pour les conditions de service qui ne sont pas normales, voir annexe B.

6.1.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant n'excède pas $+40^{\circ}\text{C}$ et sa moyenne, mesurée sur une période de 24 heures, n'excède pas $+35^{\circ}\text{C}$.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est de -5°C .

Note. — Les disjoncteurs prévus pour fonctionner dans des endroits où la température de l'air ambiant dépasse $+40^{\circ}\text{C}$ (par exemple dans des forges, des chaufferies, des pays tropicaux) ou est inférieure à -5°C doivent être construits ou utilisés conformément à un accord qui devra intervenir entre le constructeur et l'utilisateur. Les renseignements donnés dans le catalogue du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

6.1.2 Altitude

L'altitude du lieu où le disjoncteur doit être installé n'excède pas 2 000 m.

Note. — Pour les installations à des altitudes supérieures, il est nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité diélectrique et du pouvoir réfrigérant de l'air. Les disjoncteurs prévus pour fonctionner dans ces conditions doivent être construits ou utilisés conformément à un accord qui devra intervenir entre le constructeur et l'utilisateur. Les renseignements donnés dans le catalogue du constructeur peuvent tenir lieu d'un tel accord.

6.1.3 Conditions atmosphériques

L'air est propre et son degré d'humidité relative ne dépasse pas 50% à la température maximale de $+40^{\circ}\text{C}$. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90% à $+20^{\circ}\text{C}$. On doit tenir compte des faibles condensations qui peuvent se produire lors des variations de température.

6.1.4 Conditions d'installation

Le disjoncteur doit être installé suivant les indications du constructeur.

The following information concerning the opening and closing devices of the circuit-breaker shall be placed either on their own nameplates or on the nameplate of the circuit-breaker:

- k) rated voltage of the closing device (see Clause 7.7.1.3) and rated frequency for a.c.;
- l) rated voltage of the shunt release (see Clause 7.7.2.2), of the under-voltage release (or of the no-voltage release) (see Clause 7.7.2.4) and rated frequency for a.c.;
- m) rated current of indirect over-current releases;
- n) number and type of auxiliary contacts and nature of current, rated frequency (if any) and rated voltages of auxiliary switches, if different from those of the main circuit.

Notes 1. — If for small apparatus, the available space is insufficient to carry all the above data, the equipment shall carry at least the information under a) and b) permitting the complete data to be obtained from the manufacturer.

2. — It may be necessary to remove the cover of the enclosure to obtain the required information.

6. Standard conditions for operation in service

6.1 Standard service conditions

Circuit-breakers complying with this recommendation shall be capable of operating under the following standard conditions.

For non-standard conditions in service, see Appendix B.

6.1.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature does not exceed $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and its average over a period of 24 hours does not exceed $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

The lower limit of the ambient air temperature is $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Note. — Circuit-breakers intended to be used in ambient air temperatures above $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (e.g. in forges, boiler rooms, tropical countries) or below $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ shall be designed or used according to an agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

6.1.2 Altitude

The altitude of the site of installation does not exceed 2 000 m (6 600 ft).

Note. — For installations at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and of the cooling effect of the air. Circuit-breakers intended to be so used shall be designed or used according to an agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

6.1.3 Atmospheric conditions

The air is clean and its relative humidity does not exceed 50% at a maximum temperature of $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures, e.g. 90% at $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Care should be taken of moderate condensation which may occasionally occur due to variations in temperature.

6.1.4 Conditions of installation

The circuit-breaker shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

7. Conditions normales de construction

7.1 Réalisation mécanique

7.1.1 Généralités

Les matériaux doivent convenir pour l'emploi particulier et être capables de subir avec succès les essais appropriés.

L'attention doit être spécialement appelée sur les qualités de résistance à la flamme et à l'humidité et sur la nécessité de protéger certains isolants contre l'humidité.

Aucune pression des contacts sur des connexions fixes ne doit être transmise par des matériaux isolants autres que la matière céramique ou autres matériaux présentant des caractéristiques au moins équivalentes, à moins que les parties métalliques ne possèdent une élasticité suffisante pour résister à tout rétrécissement possible du matériau isolant.

Dans le cas des disjoncteurs à coupure dans l'huile, la cuve doit être munie d'un dispositif indiquant le niveau d'huile correct.

Les disjoncteurs doivent être munis de dispositifs indiquant, à l'endroit d'où on les commande, la position de fermeture ou d'ouverture dans laquelle ils se trouvent. En cas d'emploi de symboles, on utilisera « I » et « O » pour indiquer respectivement les positions de fermeture et d'ouverture.

7.1.2 Distances d'isolement et lignes de fuite

Les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être aussi grandes que possible, et les lignes de fuite doivent, si possible, comprendre des nervures disposées de manière à rompre la continuité de tout dépôt conducteur qui viendrait à s'y former.

Note. — Des recommandations sont données à l'annexe C.

7.1.3 Bornes

Les raccordements par bornes doivent être exécutés de telle sorte que les conducteurs puissent être raccordés à l'aide de vis ou d'autres moyens équivalents, permettant d'assurer en permanence la pression de contact nécessaire.

Les bornes doivent être conçues de façon qu'elles serrent le conducteur entre des surfaces métalliques avec une pression suffisante et sans endommager le conducteur de façon appréciable.

Les bornes ne doivent permettre ni aux conducteurs ni aux bornes elles-mêmes de se déplacer de façon nuisible au fonctionnement ou à l'isolement (par réduction des distances dans l'air et/ou des lignes de fuite).

7.1.3.1 Disposition des bornes

Les bornes pour le raccordement des conducteurs extérieurs doivent être disposées de façon à être aisément accessibles dans les conditions d'emploi prévues.

7.1.3.2 Borne de terre

Les châssis, bâtis et parties fixes des enveloppes métalliques des disjoncteurs doivent être réunis électriquement entre eux et reliés à une borne permettant leur mise à la terre. Cette condition peut être remplie par les parties normales de construction assurant une continuité électrique adéquate.

La borne de terre doit être aisément accessible et disposée de telle sorte que la liaison du disjoncteur à la terre subsiste lorsque le couvercle, ou toute autre partie amovible, est enlevé.

En aucun cas, une partie métallique amovible de l'enveloppe ne doit, lorsqu'elle est en place, se trouver isolée de la partie où est fixée la borne de terre.

7. **Standard conditions for construction**

7.1 *Mechanical design*

7.1.1 *General*

Materials shall be suitable for the particular application and capable of passing the appropriate tests.

Special attention shall be called to flame and humidity resisting qualities, and to the necessity to protect certain insulating materials against humidity.

No contact pressure on fixed connections shall be transmitted through insulating material other than ceramic, or other material with characteristics not less suitable, unless there is sufficient resiliency in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage of the insulating material.

In the case of oil circuit-breakers, the tank shall be provided with means for indicating the correct oil level.

The circuit-breakers shall be provided with means for indicating their closed and opened positions at the place of operation. If symbols are used, "I" and "O" shall be used to indicate the closed and open positions respectively.

7.1.2 *Clearances and creepage distances*

The clearances and creepage distances shall be as large as practicable and creepage distances shall, wherever practicable, incorporate ridges, in order to break the continuity of conducting deposits which may form.

Note. — Recommendations are given in Appendix C.

7.1.3 *Terminals*

Terminal connections shall be such that the conductors may be connected by means of screws or other equivalent means so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained permanently.

Terminals shall be so designed that they clamp the conductor between metal surfaces with sufficient contact pressure and without significant damage to the conductor.

Terminals shall not allow the conductors to be displaced, or be displaced themselves in a manner detrimental to the operation or the insulation (by reducing clearances and/or creepage distances).

7.1.3.1 *Arrangement of terminals*

The terminals intended for the connection of external conductors shall be so arranged that they are readily accessible under the intended conditions of use.

7.1.3.2 *Earth terminal*

The chassis, frameworks and the fixed parts of the metal enclosures of circuit-breakers shall be interconnected electrically and connected to a terminal which enables them to be earthed. This requirement can be met by the normal structural parts providing adequate electrical continuity.

The earth terminal shall be readily accessible and so placed that the earth connection of the circuit-breaker is maintained when the cover or any other movable part is removed.

Under no circumstances shall a removable metal part of the enclosure be insulated from the part carrying the earth terminal when the removable part is in place.

La borne de terre doit être convenablement protégée contre la corrosion.

La borne de terre doit porter l'indication $\perp$ de façon permanente et indélébile.

7.2 Enveloppes

7.2.1 Dispositions constructives

Les enveloppes doivent être disposées de telle sorte que, lorsqu'elles sont ouvertes, les bornes, ainsi que toutes les parties dont le constructeur a prévu l'entretien, soient facilement accessibles.

Un espace suffisant doit être ménagé à l'intérieur des enveloppes pour le passage des conducteurs venant de l'extérieur, depuis leur entrée dans les enveloppes jusqu'aux bornes.

Les parties mobiles des enveloppes de protection doivent être solidement assujetties sur les parties fixes par un dispositif tel qu'elles ne puissent se desserrer ni se détacher fortuitement en raison du fonctionnement de l'appareil.

7.2.2 Isolement

Les enveloppes métalliques doivent être disposées de façon à empêcher tout contact accidentel entre l'enveloppe et les pièces sous tension quand l'enveloppe est en place et pendant l'ouverture et la fermeture de l'enveloppe. Si, dans ce but, l'intérieur des enveloppes est garni complètement ou partiellement d'un revêtement isolant, celui-ci doit être fixé d'une façon sûre aux enveloppes.

7.3 Echauffement

7.3.1 Résultats à obtenir

Les échauffements des différents organes d'un disjoncteur, mesurés au cours d'un essai effectué dans les conditions prescrites à l'article 8.2.2, ne doivent pas dépasser les valeurs limites indiquées aux tableaux IV et V.

TABLEAU IV

Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile

Classe des matières isolantes	Limite d'échauffement (mesures effectuées par variation de résistance)	
	Bobines dans l'air (°C)	Bobines dans l'huile (°C)
A	85	60
E	100	60
B	110	60
F	135	—
H	160	—

Note. — La classification des isolations est celle figurant dans la section II de la Publication 85 de la CEI. Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service.

7.3.2 Température de l'air ambiant

Les limites d'échauffement indiquées aux tableaux IV et V ne sont valables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites indiquées à l'article 6.1.1.

The earth terminal shall be suitably protected against corrosion.

The earth terminal shall be permanently and indelibly marked with the sign $\perp$.

7.2 Enclosures

7.2.1 Mechanical details

The enclosures shall be so arranged that when they are opened, the terminals as well as all parts requiring maintenance, as prescribed by the manufacturer, are readily accessible.

Sufficient space shall be left in the interior of the enclosures for the accommodation of external conductors from their point of entry into the enclosure as far as the terminals.

The movable parts of the protective enclosures shall be firmly secured to the fixed parts by a device such that they cannot be accidentally loosened or detached owing to the effects of operation of the apparatus.

7.2.2 Insulation

Metallic enclosures shall be so arranged as to prevent any accidental contact between the enclosure and live parts when the enclosure is in place and during opening and closing of the enclosure. If, for this purpose, the enclosures are partly or completely lined with insulating material, this lining shall be securely fixed to the enclosures.

7.3 Temperature rise

7.3.1 Results to be obtained

The temperature rises of the several parts of a circuit-breaker, measured during a test carried out under the conditions specified in Clause 8.2.2, shall not exceed the limiting values stated in Tables IV and V.

TABLE IV
Temperature-rise limits for insulated coils in air and in oil

Class of insulating material	Temperature-rise limit (measured by resistance variation)	
	Coils in air (°C)	Coils in oil (°C)
A	85	60
E	100	60
B	110	60
F	135	—
H	160	—

Note. — The classification of insulation is that given in Section II of IEC Publication 85, Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service.

7.3.2 Ambient air temperature

The temperature-rise limits given in Tables IV and V are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits given in Clause 6.1.1.

TABLEAU V

Limites d'échauffement des différents matériaux et organes

Nature du matériau Désignation de l'organe	Limite d'échauffement (mesures effectuées au couple thermoélectrique)
Pièces de contact dans l'air (contacts principaux, de commande et auxiliaires): – en cuivre – en argent ou avec plaquettes d'argent (*) – en tous autres métaux ou métaux frittés Pièces de contact dans l'huile	45 °C (1) (2) 65 °C
Conducteurs nus, y compris les bobines non isolées	(1)
Pièces métalliques formant ressort	(3)
Pièces métalliques se trouvant en contact avec des isolants	(4)
Pièces en métal ou en matière isolante en contact avec l'huile	65 °C
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	70 °C (5)
Organes de commande manœuvrés à la main: – pièces métalliques – pièces en matière isolante	15 °C 25 °C
Huile des appareils à coupure dans l'huile (mesure effectuée à la partie supérieure de l'huile)	60 °C (6)
(*) L'expression "avec plaquettes d'argent" comprend l'argent massif inséré ainsi que l'argent déposé par électrolyse pourvu qu'il subsiste une couche continue d'argent sur les contacts après les essais d'endurance et les essais en court-circuit. On traitera comme des contacts avec plaquettes d'argent les contacts dont les surfaces en regard sont constituées d'autres matériaux et dont la résistance de contact n'est pas modifiée de façon appréciable par l'oxydation. (1) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines. (2) A déterminer suivant les qualités des métaux employés, et limité par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines. (3) La température résultante ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du matériau soit diminuée. Pour le cuivre, cela implique une température totale n'excédant pas + 75 °C. (4) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux matières isolantes. (5) La limite d'échauffement de 70 °C est une valeur basée sur l'essai conventionnel de l'article 8.2.2.2. Un disjoncteur utilisé ou essayé dans des conditions correspondant à celles d'une installation réelle peut avoir des connexions dont le type, la nature et la disposition sont différents de ceux adoptés pour l'essai; une limite différente d'échauffement des bornes peut en résulter et elle peut être demandée ou acceptée. (6) Mesure pouvant être effectuée au moyen d'un thermomètre.	

7.3.3 *Circuit principal*

Le circuit principal d'un disjoncteur, y compris les déclencheurs à maximum de courant pouvant lui être associés, doit pouvoir supporter le courant thermique assigné de l'appareil sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées au tableau V.

7.3.4 *Circuits de commande*

Les circuits de commande, y compris les dispositifs de commande, utilisés pour les manœuvres de fermeture et d'ouverture d'un disjoncteur doivent permettre de réaliser le cycle de manœuvres assigné, prévu aux articles 4.3.6 et 8.2.4.3, ainsi que d'effectuer les essais d'échauffement spécifiés à l'article 8.2.2.3 sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées aux tableaux IV et V.

TABLE V

Temperature-rise limits for the various materials and parts

Type of material Description of part	Temperature-rise limit (measured by thermocouple)
Contact parts in air (main, control and auxiliary contacts): – copper – silver or silver-faced (*) – all other metals or sintered metals Contact parts in oil	45 °C (1) (2) 65 °C
Bare conductors including non-insulated coils	(1)
Metallic parts acting as springs	(3)
Metallic parts in contacts with insulating materials	(4)
Parts of metal or of insulating material in contact with oil	65 °C
Terminals for external insulated connections	70 °C (5)
Manual operating means: – parts of metal – parts of insulating material	15 °C 25 °C
Oil in oil-immersed apparatus (measured at the upper part of the oil)	60 °C (6)
(*) The expression “silver-faced” includes solid silver inserts as well as electrolytically deposited silver, provided that a continuous layer of silver remains on the contacts after the endurance tests and the short-circuit tests. Contacts faced with other materials, the contact resistance of which is not significantly altered by oxidation, are treated as silver-faced contacts. (1) Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. (2) To be specified according to the properties of the metals used and limited by the necessity of not causing any damage to adjacent parts. (3) The resulting temperature shall not reach a value such that the elasticity of the material is impaired. For pure copper, this implies a total temperature not exceeding + 75 °C. (4) Limited solely by the necessity of not causing any damage to insulating materials. (5) The temperature-rise limit of 70 °C is a value based on the conventional test of Clause 8.2.2.2. A circuit-breaker used or tested under installation conditions may have connections the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test; a different temperature rise of terminals may result and it may be required or accepted. (6) May be measured by thermometer.	

7.3.3 *Main circuit*

The main circuit of a circuit-breaker, including the over-current releases which may be associated with it, shall be capable of carrying the rated thermal current of the apparatus without the temperature rises exceeding the limits specified in Table V.

7.3.4 *Control circuits*

The control circuits, including control devices, used for the closing and opening operations of a circuit-breaker shall permit the rated operating duty, as specified in Clauses 4.3.6 and 8.2.4.3, and also the temperature-rise tests specified in Clause 8.2.2.3 to be made without the temperature rises exceeding the limits specified in Tables IV and V.

1	2	3	4	5	6	7
Courant thermique assigné en ampères	Nombre de cycles de manœuvres par heure (1)	Nombre de cycles de manœuvres				
		Tous disjoncteurs	Disjoncteurs conçus pour être entretenus (3)		Disjoncteurs conçus pour ne pas être entretenus	
		Avec courant sans entretien (2)	Sans courant	Total	Sans courant	Total
		n	n'	$n + n'$	n''	$n + n''$
$I_{th} \leq 100$	240	4 000	16 000	20 000	4 000	8 000
$100 < I_{th} \leq 315$	120	2 000	18 000	20 000	6 000	8 000
$315 < I_{th} \leq 630$	60	1 000	9 000	10 000	4 000	5 000
$630 < I_{th} \leq 1250$	30	500	4500	5 000	2 500	3 000
$1250 < I_{th} \leq 2500$	20	100	1900	2 000	900	1 000
$2500 < I_{th}$	10					

(Accord à réaliser entre le constructeur et l'utilisateur)

- (1) Si le nombre réel de cycles de manœuvres par heure ne correspond pas aux valeurs indiquées dans la colonne 2, le compte rendu d'essai devra le mentionner.
- (2) Au cours de chaque cycle de manœuvres, le disjoncteur devra rester fermé pendant une durée maximale de 2 secondes.
- (3) Le constructeur devra fournir des instructions détaillées sur les réglages ou l'entretien nécessaires à l'accomplissement par le disjoncteur du nombre de cycles de manœuvres indiqué dans la colonne 5.

- (1) If the actual number of operating cycles per hour does not correspond to values in column 2, this shall be stated in the test report.
- (2) During each operating cycle, the circuit-breaker shall remain closed for a maximum of 2 seconds.
- (3) The manufacturer shall supply detailed instructions on the adjustments or maintenance required to enable the circuit-breaker to perform the number of operating cycles in column 5.

7.6 Comportement en surcharge

Le disjoncteur doit être capable d'effectuer, dans les conditions d'essai indiquées à l'article 8.2.7, le nombre de cycles de manœuvres donné par le tableau VII, le courant dans le circuit principal étant supérieur à son courant thermique assigné.

Chaque cycle de manœuvres consiste en une manœuvre d'établissement suivie d'une manœuvre de coupure.

La fréquence de manœuvre doit être égale à la valeur spécifiée dans la colonne 2 du tableau VI. Si le disjoncteur ne peut être accroché en position de fermeture à la fréquence de manœuvre spécifiée, cette fréquence peut être réduite jusqu'à ce que le disjoncteur puisse être fermé normalement.

TABLEAU VII
Essai de comportement en surcharge
Nombre de cycles de manœuvres à effectuer

1	2	3	4
Courant thermique assigné (en ampères)	Ouverture à effectuer manuellement (1)	Ouverture à effectuer automatiquement	Total
$I_{th} \leq 100$	20	5	25
$100 < I_{th} \leq 315$	20	5	25
$315 < I_{th} \leq 630$	20	5	25
$630 < I_{th} \leq 1250$	22	3	25
$1250 < I_{th} \leq 2500$	(Accord à réaliser entre le constructeur et l'utilisateur)		
$2500 < I_{th}$			
(1) Au cours de chaque cycle de manoeuvres, le disjoncteur doit rester fermé pendant une durée maximale de 2 secondes.			

7.7 Conditions de fonctionnement

7.7.1 Fonctionnement à la fermeture

7.7.1.1 Fermeture dépendante à main

Pour qu'un disjoncteur soit fermé avec sécurité lorsqu'il doit établir un courant correspondant à son pouvoir de fermeture assigné en court-circuit, il est essentiel qu'il soit manœuvré avec la même vitesse et la même force qu'au cours des essais de type de vérification du pouvoir de fermeture en court-circuit.

Pour un disjoncteur muni d'un mécanisme de fermeture dépendante à main, il n'est pas possible de fixer une valeur inconditionnelle du pouvoir de fermeture assigné en court-circuit. Il est donc recommandé de ne pas utiliser un tel disjoncteur dans des circuits pour lesquels la valeur de crête du courant présumé établi dépasse 10 kA.

Cependant, l'alinéa ci-dessus ne s'applique pas dans le cas d'un disjoncteur muni d'un mécanisme de fermeture dépendante à main comportant un déclencheur d'ouverture incorporé à action rapide qui fait que le disjoncteur coupe de façon sûre quelles que soient la vitesse et la force avec lesquelles il est fermé pour des valeurs de crête de courant présumé supérieures à 10 kA; dans ce cas, il est possible de fixer un pouvoir de fermeture assigné en court-circuit.

7.7.1.2 Fermeture indépendante à main

Dans le cas d'un disjoncteur muni d'un mécanisme de fermeture indépendante à main, il est possible de fixer inconditionnellement un pouvoir de fermeture assigné en court-circuit.

7.6 Overload performance

The circuit-breaker shall be capable of carrying out the number of operating cycles given in Table VII with current exceeding its rated thermal current in the main circuit, under the test conditions laid down in Clause 8.2.7.

Each operating cycle consists of a making operation followed by a breaking operation.

The operating frequency shall be that value specified in column 2 of Table VI. If the circuit-breaker does not latch in at specified operating frequency, this frequency may be reduced sufficiently so that the circuit-breaker will just stay in.

TABLE VII
Overload performance test
Number of operating cycles to be carried out

1	2	3	4
Rated thermal current (in amperes)	Opening manually (1)	Opening automatically	Total
$I_{th} \leq 100$	20	5	25
$100 < I_{th} \leq 315$	20	5	25
$315 < I_{th} \leq 630$	20	5	25
$630 < I_{th} \leq 1250$	22	3	25
$1250 < I_{th} \leq 2500$	(Subject to agreement between manufacturer and user)		
$2500 < I_{th}$			
(1) During each operating cycle, the circuit-breaker shall remain closed for a maximum of 2 seconds.			

7.7 Operating conditions

7.7.1 Closing

7.7.1.1 Dependent manual closing

For a circuit-breaker to be closed safely on to the making current corresponding to its rated short-circuit making capacity, it is essential that it should be operated with the same speed and the same firmness as during the type test for proving the short-circuit making capacity.

For a circuit-breaker having a dependent manual closing mechanism, it is not possible to assign an unconditional short-circuit making capacity rating. It is recommended therefore that such a circuit-breaker should not be used in circuits having a prospective peak making current exceeding 10 kA.

However, the paragraph above does not apply in the case of a circuit-breaker having a dependent manual closing mechanism and incorporating an integral fast-acting opening release which causes the circuit-breaker to break safely irrespective of the speed and firmness with which it is closed onto prospective peak currents exceeding 10 kA; in this case, a rated short-circuit making capacity can be assigned.

7.7.1.2 Independent manual closing

A circuit-breaker having an independent manual closing mechanism can be assigned an unconditional rated short-circuit making capacity.

7.7.1.3 *Fermeture dépendante par dispositif électrique*

Le dispositif électrique de fermeture, y compris s'il y a lieu les relais intermédiaires de commande, doit être capable d'assurer la fermeture du disjoncteur dans tous les cas, depuis le fonctionnement à vide jusqu'à celui correspondant au pouvoir de fermeture assigné, pour toute valeur de la tension d'alimentation comprise entre 85% et 110% de la tension d'alimentation de commande assignée et, en courant alternatif, à la fréquence assignée.

A 110% de la tension d'alimentation de commande assignée, la fermeture, lorsque le courant établi par le disjoncteur est nul, doit être assurée sans qu'il en résulte aucune détérioration de l'appareil.

A 85% de la tension d'alimentation de commande assignée, la fermeture doit être assurée lorsque le courant établi par le disjoncteur est égal à son pouvoir de fermeture assigné dans les limites permises par le fonctionnement de ses relais ou déclencheurs et, si une valeur maximale est indiquée pour la durée de fermeture, en un temps n'excédant pas cette durée.

7.7.1.4 *Fermeture dépendante par dispositif à air comprimé*

Un dispositif de fermeture par air comprimé, alimenté par une source extérieure, doit être capable d'assurer la fermeture du disjoncteur dans tous les cas, depuis le fonctionnement à vide jusqu'à celui correspondant au pouvoir de fermeture assigné, si la pression d'air mesurée immédiatement avant la manœuvre de fermeture demeure entre les valeurs limites $P_{\min}$ et $P_{\max}$ de la pression d'alimentation assignée.

Les valeurs $P_{\min}$ et $P_{\max}$ doivent être indiquées par le constructeur.

A la pression $P_{\max}$, la fermeture, lorsque le courant établi par le disjoncteur est nul, doit être assurée sans qu'il en résulte aucune détérioration de l'appareil.

A la pression $P_{\min}$, la fermeture doit être assurée lorsque le courant établi par le disjoncteur est égal à son pouvoir de fermeture assigné dans les limites permises par le fonctionnement de ses relais ou déclencheurs et, si une valeur maximale est indiquée pour la durée de fermeture, en un temps n'excédant pas cette durée.

7.7.1.5 *Fermeture par accumulation d'énergie*

Lorsque le mécanisme d'accumulation d'énergie est commandé à la main, le sens dans lequel s'effectue cette manœuvre doit être indiqué.

Lorsque le mécanisme d'accumulation d'énergie est commandé par une source d'énergie extérieure, un dispositif indiquant que le mécanisme est complètement armé doit être prévu. Les organes moteurs des mécanismes d'accumulation ainsi que les organes de commande de fermeture doivent être capables de fonctionner lorsque leur tension d'alimentation est comprise entre 85% et 110% de la valeur de la tension d'alimentation de commande assignée.

Note. — Il est important de s'assurer que le commencement de la fermeture définitive du disjoncteur n'est possible que lorsque le mécanisme de fermeture est suffisamment armé.

7.7.2 *Fonctionnement à l'ouverture*

7.7.2.1 *Généralités*

Sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur, les disjoncteurs dont l'ouverture est automatique doivent être à déclenchement libre et l'énergie nécessaire à leur ouverture doit être emmagasinée avant l'achèvement de la manœuvre de fermeture.

7.7.2.2 *Ouverture par déclencheur shunt*

Un déclencheur shunt d'ouverture doit fonctionner correctement pour toutes les valeurs de la tension d'alimentation comprises entre 70% et 110% de la tension d'alimentation de commande assignée et dans toutes les conditions de fonctionnement d'un disjoncteur jusqu'au pouvoir de coupure assigné en court-circuit de ce disjoncteur.

7.7.1.3 *Dependent power closing (electrical)*

The power-operated closing mechanism, including intermediate control relays when necessary, shall be capable of securing the closing of the circuit-breaker in any condition between no-load and its rated making capacity, at any supply voltage between 85% and 110% of the rated control supply voltage, and, when a.c., at the rated frequency.

At 110% of the rated control supply voltage, the closing operation performed on no-load shall not cause any damage to the circuit-breaker.

At 85% of the rated control supply voltage, the closing operation shall be performed when the current established by the circuit-breaker is equal to its rated making capacity within the limits allowed by the operation of its relays or releases and, if a maximum time limit is stated for the closing operation, in a time not exceeding this maximum time limit.

7.7.1.4 *Dependent power closing (pneumatic)*

A compressed-air closing mechanism supplied from an external source shall be capable of securing the closing of the circuit-breaker in any condition between no-load and its rated making capacity, when the air pressure measured immediately before the closing operation is between the limiting values $P_{\min}$ and $P_{\max}$ of the rated supply pressure.

The values $P_{\min}$ and $P_{\max}$ shall be stated by the manufacturer.

At the pressure $P_{\max}$, the closing operation performed on no-load shall not cause any damage to the circuit-breaker.

At the pressure $P_{\min}$, the closing operation shall be performed when the current established by the circuit-breaker is equal to its rated making capacity, within the limits allowed by the operation of its relays or releases, and, if a maximum time limit is stated for the closing operation, in a time not exceeding this maximum time limit.

7.7.1.5 *Stored energy closing*

When the energy storing mechanism is manually operated, the direction of operation shall be indicated.

When the energy storing mechanism is power operated, a device which indicates when the mechanism is fully charged shall be provided. Motors for charging mechanism as well as the closing control components shall be capable of operating when the auxiliary supply voltage is between 85% and 110% of the rated control supply voltage value.

Note. — It is important to ensure that the initiation of the final closing of the circuit-breaker is not possible until the closing mechanism is sufficiently charged.

7.7.2 *Opening*

7.7.2.1 *General*

Unless otherwise agreed between manufacturer and user, circuit-breakers which open automatically shall be trip-free and have their energy for the opening operation stored prior to the completion of the closing operation.

7.7.2.2 *Opening by shunt release*

A shunt opening release shall operate correctly at all values of supply voltage between 70% and 110% of the rated control supply voltage, under all operating conditions of a circuit-breaker up to the rated short-circuit breaking capacity of this circuit-breaker.

7.7.2.3 Ouverture par déclencheurs à maximum de courant

7.7.2.3.1 Ouverture dans des conditions de court-circuit

Le déclencheur d'ouverture doit fonctionner avec une précision de $\pm 20\%$ pour toutes les valeurs de son courant de réglage de court-circuit.

7.7.2.3.2 Ouverture dans des conditions de surcharge

7.7.2.3.2.1 Fonctionnement instantané ou à retard indépendant

Le déclencheur d'ouverture doit fonctionner avec une précision de $\pm 10\%$ pour toutes les valeurs de son courant de réglage de surcharge.

7.7.2.3.2.2 Fonctionnement à temps inverse

À A fois le courant de réglage, c'est-à-dire au courant conventionnel de non-déclenchement (voir article 2.5.22), le déclencheur d'ouverture étant alimenté sur tous ses pôles, le déclenchement ne doit pas se produire en un laps de temps inférieur à T à partir de l'état froid, c'est-à-dire avec le disjoncteur à la température de l'air ambiant. De plus, quand à l'expiration du temps T la valeur du courant est immédiatement portée à B fois le courant de réglage, c'est-à-dire au courant conventionnel de déclenchement (voir article 2.5.23), le déclenchement doit se produire dans un laps de temps inférieur à T . Les valeurs de A , B et T sont données dans le tableau VIII ci-dessous:

TABLEAU VIII

Caractéristiques d'ouverture des déclencheurs d'ouverture à maximum de courant à temps inverse alimentés sur tous leurs pôles

Déclencheur	Valeur du courant de réglage I_r (en ampères)	A	B	T (heures)	Température de référence de l'air ambiant
Non compensé pour la température de l'air ambiant	$I_r \leq 63$	1,05	1,35	1	20 °C ou 40 °C sauf indication contraire du constructeur (voir article 4.5.4)
	$I_r > 63$	1,05	1,25	2	
Compensé pour la température de l'air ambiant	$I_r \leq 63$	1,05	1,30	1	+ 20 °C
		1,05	1,40	1	— 5 °C
		1,00	1,30	1	+ 40 °C
	$I_r > 63$	1,05	1,25	2	+ 20 °C
		1,05	1,35	2	— 5 °C
		1,00	1,25	2	+ 40 °C

Note. — Quand un déclencheur d'ouverture tripolaire à maximum de courant fonctionne sur deux pôles seulement, le courant maximal indiqué dans la colonne B doit être augmenté de 10 %.

Notes 1. — Les prescriptions de cet article ne s'appliquent pas aux disjoncteurs utilisés comme démarreurs, lesquels doivent satisfaire à l'article 7.5.3.2.1 de la Publication 292-1 de la CEI: « Démarreurs de moteurs à basse tension. Première partie: Démarreurs directs (sous pleine tension) en courant alternatif » (Première édition).

2. — Si le réglage du déclencheur d'ouverture à maximum de courant s'exprime par la valeur de courant à laquelle le déclencheur doit déclencher dans des conditions de surcharge, les prescriptions de cet article ne sont pas applicables. Le déclencheur doit alors fonctionner avec une précision de $\pm 10\%$ pour toutes les valeurs de son réglage.

7.7.2.3 Opening by over-current releases

7.7.2.3.1 Opening under short-circuit conditions

The opening release shall operate with an accuracy of $\pm 20\%$ for all values of its short-circuit current setting.

7.7.2.3.2 Opening under overload conditions

7.7.2.3.2.1 Instantaneous or definite time-delay operation

The opening release shall operate with an accuracy of $\pm 10\%$ for all values of its overload current setting.

7.7.2.3.2.2 Inverse time-delay operation

At A times the current setting, i.e. with the conventional non-tripping current (see Clause 2.5.22), the opening release being energized on all its poles, tripping shall not occur in less than time T from the cold state, i.e. with the circuit-breaker at the ambient air temperature. Moreover, when at the end of time T the value of current is immediately raised to B times the current setting, i.e. with the conventional tripping current (see Clause 2.5.23), tripping shall occur less than time T later. The values of A , B and T are given in Table VIII below:

TABLE VIII
Characteristics of the opening operation of inverse time-delay
over-current opening releases when energized on all poles

Release	Value of current setting I_r (in amperes)	A	B	T (hours)	Reference ambient air temperature
Not compensated for ambient air temperature	$I_r \leq 63$	1.05	1.35	1	20 °C or 40 °C, unless otherwise stated by the manufacturer (see Clause 4.5.4)
	$I_r > 63$	1.05	1.25	2	
Compensated for ambient air temperature	$I_r \leq 63$	1.05	1.30	1	+ 20 °C
		1.05	1.40	1	− 5 °C
		1.00	1.30	1	+ 40 °C
	$I_r > 63$	1.05	1.25	2	+ 20 °C
		1.05	1.35	2	− 5 °C
		1.00	1.25	2	+ 40 °C

Note. — When a three-pole over-current opening release operates on two poles only, then the maximum current appearing in column B shall be increased by 10%.

Notes 1. — The requirements of this clause do not apply to circuit-breakers used as starters, which have to comply with Clause 7.5.3.2.1 of IEC Publication 292-1, "Low-voltage Motor Starters. Part 1: Direct-on-line a.c. starters" (First edition).

2. — If the over-current opening release setting is designated by the value of current at which the release should trip under overload conditions, the requirements of this clause do not apply. Instead, the release shall operate with an accuracy of $\pm 10\%$ for all values of its setting.

7.7.2.4 Ouverture par déclencheur à minimum de tension

1) Tension de fonctionnement

Un déclencheur d'ouverture à minimum de tension doit provoquer l'ouverture du disjoncteur, même lorsque la tension décroît lentement, à la fréquence assignée, pour une valeur comprise entre 70% et 35% de sa tension assignée.

Note. — Un déclencheur d'ouverture à manque de tension est un type particulier de déclencheur d'ouverture à minimum de tension pour lequel la tension de fonctionnement est comprise entre 35% et 10% de la tension d'alimentation assignée.

Un déclencheur d'ouverture à minimum de tension doit empêcher la fermeture du disjoncteur lorsque la tension d'alimentation est inférieure à 35% de la tension assignée du déclencheur; il ne doit pas empêcher la fermeture pour une tension d'alimentation égale ou supérieure à 85%.

2) Temps de fonctionnement

Pour un déclencheur d'ouverture à minimum de tension à temporisation déterminée, le retard doit être mesuré depuis l'instant où la tension atteint la valeur de fonctionnement jusqu'à l'instant où le déclencheur actionne le mécanisme de déclenchement du disjoncteur.

8. Essais

8.1 Vérification des caractéristiques des disjoncteurs

Les essais destinés à vérifier les caractéristiques des disjoncteurs comprennent:

- des essais de type (voir article 8.2);
- des essais individuels (voir article 8.3).

Les essais de type comprennent:

- a) la vérification des limites d'échauffement (voir article 8.2.2);
- b) la vérification des qualités diélectriques (voir article 8.2.3);
- c) la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés en court-circuit (voir article 8.2.4);
- d) la vérification de la tenue au courant de courte durée admissible assigné (s'il y a lieu) (voir article 8.2.5);
- e) la vérification du fonctionnement mécanique, de l'endurance mécanique et de l'endurance électrique (voir article 8.2.6);
- f) la vérification du comportement en surcharge (voir article 8.2.7);
- g) la vérification des caractéristiques de déclenchement (voir article 8.2.8);
- h) la vérification des prescriptions supplémentaires concernant les disjoncteurs à fusibles incorporés (s'il y a lieu) (voir article 9).

Note. — Les essais relatifs aux conditions atmosphériques de l'article 6.1.3 sont à l'étude.

Les essais individuels comprennent:

- a) les essais de fonctionnement mécanique (voir article 8.3.1);
- b) l'étalonnage des déclencheurs (voir article 8.3.2);
- c) les essais diélectriques (voir article 8.3.3).

Les essais doivent être effectués par le constructeur dans ses ateliers ou dans tout laboratoire convenable de son choix.

8.2 Essais de type

8.2.1 Généralités

Chaque essai de type doit être effectué sur un disjoncteur lequel, à moins de consentement contraire du constructeur, doit être neuf et propre.

7.7.2.4 *Opening by under-voltage release*

1) *Operating voltage*

An under-voltage opening release shall operate to open the circuit-breaker even on a slowly falling voltage, at rated frequency, at a value between 70% and 35% of its rated voltage.

Note. — A no-voltage opening release is a special form of under-voltage opening release in which the operating voltage is between 35% and 10% of the rated supply voltage.

An under-voltage opening release shall prevent the closing of the circuit-breaker when the supply voltage is below 35% of the rated voltage of the release; it shall not prevent closing for a supply voltage equal to or above 85%.

2) *Operating time*

For a time-lag under-voltage opening release, the time-lag must be measured from the instant when the voltage reaches the operating value until the instant when the release actuates the tripping device of the circuit-breaker.

8. **Tests**

8.1 *Verification of the characteristics of circuit-breakers*

The tests to verify the characteristics of circuit-breakers include:

- type tests (see Clause 8.2);
- routine tests (see Clause 8.3).

Type tests include:

- a) verification of temperature-rise limits (see Clause 8.2.2);
- b) verification of dielectric properties (see Clause 8.2.3);
- c) verification of rated short-circuit making and breaking capacities (see Clause 8.2.4);
- d) verification of the ability to carry rated short-time withstand current (if required) (see Clause 8.2.5);
- e) verification of mechanical operation and of mechanical and electrical endurances (see Clause 8.2.6);
- f) verification of overload performance (see Clause 8.2.7);
- g) verification of tripping characteristics (see Clause 8.2.8);
- h) verification of additional requirements for integrally-fused circuit-breakers (if applicable) (see Clause 9).

Note. — Tests to meet the atmospheric conditions of Clause 6.1.3 are under consideration.

Routine tests include:

- a) mechanical operation tests (see Clause 8.3.1);
- b) calibration of releases (see Clause 8.3.2);
- c) dielectric tests (see Clause 8.3.3).

The tests shall be carried out by the manufacturer at his works, or at any suitable laboratory of his choice.

8.2 *Type tests*

8.2.1 *General*

Each type test shall be made on a sample circuit-breaker which, unless otherwise agreed by the manufacturer, shall be in a clean and new condition.

Les disjoncteurs à essayer doivent être conformes dans tous leurs détails essentiels aux dessins du type qu'ils représentent.

Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués sur un disjoncteur dont le courant thermique assigné est le plus grand pour toute taille et construction similaire.

En l'absence de tolérance spécifiée, les essais de type doivent être effectués à des valeurs qui ne soient pas moins sévères que les valeurs spécifiées; les tolérances sont soumises à l'agrément du constructeur.

8.2.2 *Vérification des limites d'échauffement*

Note. — Quand l'effet d'échauffement mutuel entre le circuit principal, les circuits de commande et les circuits auxiliaires peut être d'une certaine importance, les essais d'échauffement précisés aux articles 8.2.2.2, 8.2.2.3 et 8.2.2.4 doivent être effectués simultanément.

8.2.2.1 *Température de l'air ambiant*

La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux thermomètres ou couples thermo-électriques disposés régulièrement autour du disjoncteur à environ la moitié de la hauteur et à une distance d'environ 1 m du matériel. Les thermomètres ou couples thermo-électriques doivent être protégés contre les courants d'air, les radiations de chaleur et les erreurs d'indication dues à des variations brusques de température.

8.2.2.2 *Essais d'échauffement du circuit principal*

Le disjoncteur doit être monté approximativement comme dans les conditions normales de service et doit être protégé contre des échauffements ou des refroidissements anormaux dus à des causes extérieures.

Les disjoncteurs munis d'une enveloppe intégrée et ceux destinés à fonctionner avec une enveloppe d'un type spécial doivent être essayés dans leur enveloppe pour l'essai de courant thermique conventionnel assigné. Il ne doit exister aucune ouverture donnant une ventilation n'existant pas en service.

Les détails de l'enveloppe et de l'installation de ventilation ainsi que les dimensions des conducteurs d'essai doivent figurer au compte rendu d'essai.

Pour les essais en courant alternatif monophasé ou en courant continu, le courant d'essai ne devra pas être inférieur au courant thermique conventionnel assigné. Pour les essais en courant polyphasé, le courant doit être équilibré dans chaque phase à $\pm 5\%$ et la moyenne de ces courants ne doit pas être inférieure au courant thermique conventionnel assigné.

L'essai d'échauffement du circuit principal est fait au courant thermique conventionnel assigné.

Les disjoncteurs prévus pour le courant continu peuvent être essayés en courant alternatif s'il en résulte une plus grande facilité d'essai, mais seulement après accord du constructeur. Ceux prévus pour le courant alternatif doivent être essayés à une fréquence comprise entre 45 Hz et 62 Hz si la fréquence assignée du matériel est de 50 Hz ou de 60 Hz; pour des fréquences assignées plus basses ou plus élevées, une tolérance de $\pm 20\%$ est admise.

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante (mais non supérieure à 8 h) pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 degré Celsius par heure.

Note. — Dans la pratique, on peut, pour abréger l'essai, augmenter le courant pendant la première partie de l'essai et revenir ensuite au courant spécifié pour l'essai.

A la fin de l'essai, l'échauffement des différentes parties du circuit principal ne doit pas excéder les valeurs spécifiées au tableau V.

The circuit-breakers to be tested shall agree in all their essential details with the drawings of the type which they represent.

Unless otherwise specified, tests are to be performed on a circuit-breaker having the maximum rated thermal current furnished in any similar physical size and construction.

Where a tolerance is not specified, type tests shall be made at values not less severe than the specified values; tolerances are subject to the consent of the manufacturer.

8.2.2 *Verification of temperature-rise limits*

Note. — When the mutual heating effect between main circuit, control circuits and auxiliary circuits may be of significance, the temperature-rise tests stated in Clauses 8.2.2.2, 8.2.2.3 and 8.2.2.4 shall be made simultaneously.

8.2.2.1 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least two thermometers or thermocouples equally distributed around the circuit-breaker at about half its height and at a distance of about 1 m from it. The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents, heat radiation and indicating errors due to rapid temperature changes.

8.2.2.2 *Temperature-rise tests of the main circuit*

The circuit-breaker shall be mounted approximately as under usual service conditions and shall be protected against undue external heating or cooling.

Circuit-breakers having an integral enclosure and circuit-breakers only intended for use with a special type of enclosure shall be tested in their enclosure for the rated conventional thermal current test. No opening giving false ventilation shall be allowed.

Details of any enclosure, ventilation arrangements, and sizes of test conductors shall be stated in the test report.

For tests with a.c. single-phase or d.c. currents, the test current shall be not less than the rated conventional thermal current. For tests with multi-phase currents, the current shall be balanced in each phase within $\pm 5\%$, and the average of these currents shall be not less than the rated conventional thermal current.

The temperature-rise test of the main circuit is made at the rated conventional thermal current.

Tests on d.c. rated circuit-breakers may be made with an a.c. supply for convenience of testing, but only with the consent of the manufacturer. Tests on a.c. rated circuit-breakers shall be made at a frequency of between 45 Hz and 62 Hz where the rated frequency of the circuit-breaker is 50 Hz or 60 Hz; for lower or higher rated frequencies, a tolerance of $\pm 20\%$ shall apply.

The test shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a steady-state value, but not exceeding 8 h. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 degree Celsius per hour.

Note. — In practice, to shorten the test the current may be increased during the first part of the test, it being reduced to the specified test current afterwards.

At the end of the test, the temperature rise of the different parts of the main circuit shall not exceed the values specified in Table V.

Selon la valeur du courant thermique assigné, on adoptera l'une des modalités d'essai suivantes :

Pour les valeurs de courant d'essai inférieures ou égales à 400 A :

- a) Les connexions doivent être des câbles ou des conducteurs de cuivre à âme unique, isolés au p.v.c., dont les sections sont données au tableau IX.
- b) Dans le cas d'un disjoncteur multipolaire essayé en courant alternatif, l'essai peut être effectué en courant monophasé avec tous les pôles reliés en série, à condition que les effets magnétiques puissent être négligés.
- c) Les connexions doivent être à l'air libre et séparées par une distance au moins égale à celle existant entre les bornes.
- d) Pour les essais en courant monophasé ou polyphasé, la longueur minimale de toute connexion provisoire d'une borne de l'appareil à une autre borne, ou à la source ou à un point commun en montage étoile doit être de :
 - 1 m pour les sections inférieures ou égales à 35 mm²,
 - 2 m pour les sections supérieures à 35 mm² (ou AWG 2).

Pour les valeurs de courant d'essai supérieures à 400 A mais ne dépassant pas 800 A :

- a) Les connexions doivent être des câbles de cuivre à âme unique, isolés au p.v.c., dont les sections sont données dans le tableau X, ou des barres de cuivre équivalentes figurant au tableau X comme recommandées par le constructeur.
- b) Dans le cas d'un disjoncteur multipolaire essayé en courant alternatif, l'essai peut être effectué en courant monophasé avec tous les pôles reliés en série, à condition que les effets magnétiques puissent être négligés.
- c) Les câbles ou les barres de cuivre doivent être séparés par une distance approximativement égale à celle existant entre les bornes. Les barres de cuivre doivent être peintes en noir mat. Les câbles multiples parallèles relatifs à une même borne doivent être groupés et disposés avec un espace d'air d'environ 10 mm entre chacun d'eux. Les barres multiples en cuivre relatives à une même borne doivent être séparées entre elles par une distance égale à leur épaisseur. Si les dimensions indiquées pour les barres ne conviennent pas aux bornes ou ne sont pas disponibles, il est permis d'employer d'autres barres ayant à peu près les mêmes sections et des surfaces de refroidissement à peu près égales ou inférieures. Les câbles ou les barres de cuivre ne doivent pas être permutés.
- d) Pour les essais en courant monophasé ou polyphasé, la longueur minimale de toute connexion provisoire d'une borne de l'appareil à une autre borne ou à la source doit être de 2 m. La longueur minimale à un point commun en montage étoile peut être réduite à 1,2 m.

Pour les valeurs de courant d'essai supérieures à 800 A mais ne dépassant pas 3 150 A :

- a) Les connexions doivent être des barres de cuivre des tailles indiquées dans le tableau X, à moins que le matériel ne soit prévu que pour être raccordé à des câbles. Dans ce cas, la taille et la disposition des câbles doivent être conformes aux instructions du constructeur.
- b) Dans le cas d'un disjoncteur multipolaire essayé en courant alternatif, l'essai peut être effectué en courant monophasé avec tous les pôles reliés en série, à condition que les effets magnétiques puissent être négligés.

Depending on the value of the rated thermal current, one of the following procedures shall be adopted:

For values of test current up to and including 400 A:

- a) The connections shall be single-core, PVC insulated, copper cables or wires with cross-section areas as given Table IX.
- b) In the case of multi-pole circuit-breakers, tested with a.c., the test may be carried out with single-phase current with all poles connected in series provided magnetic effects can be neglected.
- c) The connections shall be in free air, and spaced at approximately the distance existing between the terminals.
- d) For single-phase or multi-phase tests, the minimum length of any temporary connection from a circuit-breaker terminal to another terminal or to the test supply or to a star point shall be:
 - 1 m for cross-sections up to and including 35 mm²;
 - 2 m for cross-sections larger than 35 mm² (or AWG 2).

For values of test current higher than 400 A but not exceeding 800 A:

- a) The connections shall be single-core, PVC insulated, copper cables with cross-section areas as given in Table X, or the equivalent copper bars given in Table X as recommended by the manufacturer.
- b) In the case of multi-pole circuit-breakers, tested with a.c., the test may be carried out with single-phase current with all poles connected in series provided magnetic effects can be neglected.
- c) Cables or copper bars shall be spaced at approximately the distance between terminals. Copper bars shall be finished matt black. Multiple parallel cables per terminal shall be bunched together and arranged with approximately 10 mm air space between each other. Multiple copper bars per terminal shall be spaced at a distance approximately equal to the bar thickness. If the sizes stated for the bars are not suitable for the terminals, or are not available, it is allowed to use other bars having approximately the same cross-section and approximately the same or smaller cooling surface. Cables or copper bars shall not be interleaved.
- d) For single-phase or multi-phase tests, the minimum length of any temporary connection from a circuit-breaker terminal to another terminal or to the test supply shall be 2 m. The minimum length to a star point may be reduced to 1.2 m.

For values of test current higher than 800 A but not exceeding 3 150 A:

- a) The connections shall be copper bars of the sizes stated in Table X unless the circuit-breaker is designed only for cable connection. In this case, the size and arrangement of the cables shall be as specified by the manufacturer.
- b) In the case of multi-pole circuit-breakers, tested with a.c., the test may be carried out with single-phase current with all poles connected in series provided magnetic effects can be neglected.

- c) Les barres de cuivre doivent être séparées par une distance à peu près égale à celle existant entre les bornes. Les barres de cuivre doivent être peintes en noir mat. Les barres multiples en cuivre relatives à une même borne doivent avoir entre elles une distance à peu près égale à leur épaisseur. Si les dimensions indiquées pour les barres ne conviennent pas aux bornes ou ne sont pas disponibles, il est permis d'employer d'autres barres ayant à peu près les mêmes sections et des surfaces de refroidissement à peu près égales ou inférieures. Les barres de cuivre ne doivent pas être permutées.
- d) Pour les essais en courant monophasé ou polyphasé, la longueur minimale de toute connexion provisoire d'une borne de l'appareil à une autre borne ou à la source doit être de 3 m mais peut être réduite à 2 m à condition que, dans ce cas, l'échauffement de l'extrémité de la connexion, côté source, ne soit pas inférieur de plus de 5 °C à l'échauffement du point milieu de la connexion. La longueur minimale d'une connexion au point commun d'un montage étoile doit être de 2 m.

Pour les valeurs du courant d'essai supérieures à 3 150 A :

Un accord doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur sur tous les points particuliers de l'essai, tels que: type de la source d'alimentation, nombre de phases et fréquence (s'il y a lieu), section des connexions d'essai, etc. Ces renseignements doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

Note. — Dans tous les cas, l'emploi d'un courant alternatif monophasé pour l'essai d'un appareil multipolaire n'est autorisé que si les effets magnétiques sont assez faibles pour être négligés. Ce point doit être examiné avec soin pour les courants supérieurs à 400 A.

8.2.2.3 *Essais d'échauffement des circuits de commande*

Les essais d'échauffement des circuits de commande, y compris les dispositifs de commande, doivent être effectués avec la nature spécifiée du courant d'alimentation et, s'il s'agit de courant alternatif, à la fréquence assignée. Les dispositifs de commande doivent être essayés à leur tension assignée.

Les dispositifs prévus pour un fonctionnement continu doivent être essayés pendant une durée suffisante (mais non supérieure à 8 heures) pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi. Pratiquement, cette condition est remplie lorsque la variation n'excède pas 1 °C par heure.

Pour les circuits alimentés seulement pendant les manœuvres de fermeture et d'ouverture, les essais doivent être effectués dans les conditions suivantes:

- a) Lorsque le disjoncteur est muni d'un dispositif ouvrant automatiquement le circuit à la fin de la manœuvre, le dispositif doit être alimenté 10 fois de suite, l'intervalle de temps entre deux mises sous tension successives n'excédant pas 10 secondes.
- b) Lorsque le disjoncteur n'a pas de dispositif ouvrant automatiquement le circuit à la fin de la manœuvre, le circuit doit être alimenté 10 fois de suite, l'intervalle de temps entre deux mises sous tension successives n'excédant pas 10 secondes, la durée de chaque mise sous tension étant de 1 seconde. Après refroidissement complet, le circuit sera alimenté 1 fois pendant une durée de 10 secondes.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties des circuits de commande ne doit pas excéder les valeurs spécifiées aux tableaux IV et V.

8.2.2.4 *Essais d'échauffement des circuits auxiliaires*

Les essais d'échauffement des circuits auxiliaires doivent être effectués à leur courant assigné et à leur fréquence assignée.

- c) Copper bars shall be spaced at approximately the distance between terminals. Copper bars shall be finished matt black. Multiple copper bars per terminal shall be spaced at a distance approximately equal to the bar thickness. If the sizes stated for the bars are not suitable for the terminals, or are not available, it is allowed to use other bars having approximately the same cross-section and approximately the same or smaller cooling surfaces. Copper bars shall not be interleaved.
- d) For single-phase or multi-phase tests, the minimum length of any temporary connection from a circuit-breaker terminal to another circuit-breaker or to the test supply shall be 3 m, but this can be reduced to 2 m provided that the temperature rise at the supply end of the connection is not more than 5 °C below the temperature rise in the middle of the connection length. The minimum length to a star point shall be 2 m.

For values of test current higher than 3 150 A:

Agreement shall be reached between manufacturer and user on all relevant items of the test, such as: type of supply, number of phases and frequency (where applicable), cross-sections of test connections, etc. This information shall form part of the test report.

Note. — In all cases, the use of single-phase a.c. current for testing multi-phase circuit-breakers is only permissible if magnetic effects are small enough to be neglected. This requires careful consideration especially for currents above 400 A.

8.2.2.3 *Temperature-rise tests of control circuits*

The temperature-rise tests of control circuits, including control devices, shall be made with the specified kind of supply current and, in the case of a.c., at the rated frequency. Control devices shall be tested at their rated voltage.

Devices intended for continuous operation shall be tested for a sufficient time for the temperature rise to reach a steady-state value, but not exceeding 8 hours. In practice, this condition is reached when the variation does not exceed 1 °C per hour.

For closing and tripping circuits energized only during the closing and opening operations, the tests shall be made under the following conditions:

- a) When the circuit-breaker is provided with a device which automatically opens the circuit at the end of the operation, the device shall be energized 10 times successively, the time interval between two successive energizings not exceeding 10 seconds.
- b) When the circuit-breaker has no automatic device for opening the circuit at the end of the operation, the circuit shall be energized 10 times successively, the time interval between two successive energizings not exceeding 10 seconds and the duration of each energizing being 1 second. After complete cooling, the circuit shall be energized once for a duration of 10 seconds.

At the end of these tests, the temperature rise of the different parts of the control circuits shall not exceed the values specified in Tables IV and V.

8.2.2.4 *Temperature-rise tests of auxiliary circuits*

The temperature-rise tests of auxiliary circuits shall be carried out at their rated current and frequency.

TABLEAU IX

Sections normales des conducteurs de cuivre correspondant au courant d'essai

Domaine du courant d'essai A (1)	0	7,9	15,9	22	30	39	54	72	93	117	147	180	216	250	287	334	400
S (mm ²)	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	
Valeurs du courant d'essai A (2)	≤ 6	8	16	25	32	40	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400	

(1) La valeur du courant doit être supérieure à la valeur de la première ligne et inférieure ou égale à la valeur de la seconde ligne.

(2) Ces valeurs sont celles des courants normaux recommandés et elles sont données uniquement à titre de référence.

TABLE IX
Standard cross-sections of copper conductors corresponding to the test current

Range of the test current A (1)	0	7.9	15.9	22	30	39	54	72	93	117	147	180	216	250	287	334	400
S (mm ²)	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	
Values of the test current A (2)	≤ 6	8	16	25	32	40	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400	

(1) The value of current shall be greater than the value in the first line and less than or equal to the value in the second line.

(2) These are standard recommended currents and are given for reference purposes only.

Les circuits prévus pour un fonctionnement continu doivent être essayés pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi.

A la fin de ces essais, l'échauffement des circuits auxiliaires ne doit pas excéder les valeurs spécifiées aux tableaux IV et V.

8.2.2.5 *Mesure de la température des organes*

Pour les conducteurs autres que les enroulements, la température des différents organes doit être mesurée au moyen de couples thermoélectriques placés le plus près possible du point le plus chaud accessible. La température de l'huile dans les disjoncteurs à huile doit être mesurée à la partie supérieure de l'huile.

Une bonne conductibilité thermique doit être assurée entre le couple thermoélectrique et la surface de la partie en essai.

Pour les enroulements branchés en dérivation, la méthode de mesure de la température par variation de résistance doit être employée de manière générale. L'emploi d'autres méthodes n'est admis que s'il est pratiquement impossible d'utiliser la méthode par variation de résistance.

La température des enroulements, mesurée au thermocouple avant le commencement de l'essai, ne doit pas différer de plus de 3 °C de celle du milieu environnant (air, huile, etc.).

Pour les conducteurs en cuivre, la valeur de la température à chaud T_2 peut être déduite de celle de la température à froid T_1 au moyen de la formule suivante, en fonction du rapport de la résistance à chaud R_2 à la résistance à froid R_1 :

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234,5) - 234,5$$

où T_1 et T_2 sont exprimés en degrés Celsius.

Une méthode plus simple, applicable également aux seuls conducteurs en cuivre, donnant des résultats à peine moins exacts, peut être utilisée dans la plupart des essais: elle consiste à calculer l'échauffement en admettant qu'une augmentation de 0,4% de la résistance représente 1 °C d'augmentation de la température.

Note. — En toute rigueur, une telle hypothèse n'est valable que si la résistance à froid R_1 est mesurée à la température approximative de +16 °C.

8.2.2.6 *Echauffement d'un organe*

L'échauffement d'un organe est la différence entre la température de cet organe, mesurée conformément à l'article 8.2.2.5, et la température de l'air ambiant, mesurée conformément à l'article 8.2.2.1.

8.2.2.7 *Corrections*

Si la température de l'air ambiant est, lors de l'essai, comprise entre + 10 °C et + 40 °C, il n'y a pas lieu d'effectuer de correction pour tenir compte de la température de l'air ambiant lors de l'essai et les valeurs des tableaux IV et V constituent les valeurs limites d'échauffement. Si la température de l'air ambiant pendant l'essai dépasse + 40 °C ou est inférieure à + 10 °C, la présente recommandation n'est pas applicable et un accord spécial doit intervenir entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2.3 *Vérification des qualités diélectriques*

8.2.3.1 *Etat du disjoncteur pour les essais*

Les essais diélectriques doivent être faits sur un disjoncteur neuf monté comme dans les conditions de service avec ses connexions internes et à l'état sec.

Dans le cas où le socle du disjoncteur est en matière isolante, des pièces métalliques doivent être placées à tous les points de fixation suivant les conditions normales d'installation du

Circuits intended for continuous operation shall be tested for a sufficient time for the temperature rise to reach a steady-state value.

At the end of these tests, the temperature rise of the auxiliary circuits shall not exceed the values specified in Tables IV and V.

8.2.2.5 *Measurement of the temperature of parts*

For conductors other than windings, the temperature of the different parts shall be measured by means of thermocouples, at the nearest accessible position to the hottest accessible spot. The temperature of the oil in oil circuit-breakers shall be measured at the upper part of the oil.

Good heat conductivity between the thermocouple and the surface of the part under test shall be ensured.

For shunt connected windings, the method of measuring the temperature by resistance variation shall generally be used. Other methods are permitted only if it is impracticable to use the resistance method.

The temperature of the windings, as measured by a thermocouple before beginning the test, shall not differ from that of the surrounding medium (air, oil, etc.) by more than 3 °C.

For copper conductors, the value of the hot temperature T_2 may be obtained from the value of the cold temperature T_1 as a function of the ratio of the hot resistance R_2 to the cold resistance R_1 by the following formula:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234.5) - 234.5$$

where T_1 and T_2 are expressed in Celsius degrees.

A simpler method, applying also to copper conductors only, giving results only slightly less accurate, may be used for most tests by calculating the temperature rise on the assumption that 0.4% increase in resistance represents a 1 °C increase in temperature.

Note. — Strictly speaking, such an assumption is correct only if the cold resistance R_1 is measured at approximately +16 °C.

8.2.2.6 *Temperature rise of a part*

The temperature rise of a part is the difference between the temperature of this part, measured in accordance with Clause 8.2.2.5, and the ambient air temperature measured in accordance with Clause 8.2.2.1.

8.2.2.7 *Corrections*

If the ambient air temperature during the test is between + 10 °C and + 40 °C, no corrections are necessary to take account of the ambient air temperature during the test and the values of Tables IV and V are the limiting values of temperature rise. If the ambient air temperature during the test exceeds + 40 °C or is lower than + 10 °C, this recommendation does not apply and the manufacturer and the user shall make a special agreement.

8.2.3 *Verification of dielectric properties*

8.2.3.1 *Condition of the circuit-breaker for tests*

Dielectric tests shall be made on a circuit-breaker mounted as under service conditions, including internal wiring, and in a dry condition.

When the base of the circuit-breaker is of insulating material, metallic parts shall be placed at all the fixing points in accordance with the conditions of normal installation of the circuit-

TABLEAU X
Conducteurs d'essai normalisés pour des courants thermiques conventionnels assignés supérieurs à 400 A

Valeur du courant thermique conventionnel assigné (A)	Domaine du courant thermique conventionnel assigné (A)	Connexion d'essai			
		Câbles		Barres en cuivre	
		Quantité	Sections en mm ²	Quantité	Dimensions en mm
500	400 - 500	2	150 (16)	2	30 × 5 (15)
630	500 - 630	2	185 (18)	2	40 × 5 (15)
800	630 - 800	2	240 (21)	2	50 × 5 (17)
1 000	800 - 1 000	—	—	2	60 × 5 (19)
1 250	1 000 - 1 250	—	—	2	80 × 5 (20)
1 600	1 250 - 1 600	—	—	2	100 × 5 (23)
2 000	1 600 - 2 000	—	—	3	100 × 5 (20)
2 500	2 000 - 2 500	—	—	4	100 × 5 (21)
3 150	2 500 - 3 150	—	—	3	100 × 10 (23)

Notes 1. — La valeur du courant doit être supérieure à la première valeur et inférieure ou égale à la seconde valeur.

2. — Les barres sont supposées être disposées de telle manière que leur face la plus longue soit verticale. On peut les disposer avec leur plus longue face horizontale si le constructeur l'indique.

3. — Les valeurs entre parenthèses sont les échauffements estimés des conducteurs d'essai donnés pour référence.

TABLE X
Standard test conductors for rated conventional thermal currents higher than 400 A

Value of rated conventional thermal current (A)	Range of rated conventional thermal current (A)	Test connection			
		Cables		Copper bars	
		Quantity	Cross-sections in mm ²	Quantity	Dimensions in mm
500	400 - 500	2	150 (16)	2	30 × 5 (15)
630	500 - 630	2	185 (18)	2	40 × 5 (15)
800	630 - 800	2	240 (21)	2	50 × 5 (17)
1 000	800 - 1 000	—	—	2	60 × 5 (19)
1 250	1 000 - 1 250	—	—	2	80 × 5 (20)
1 600	1 250 - 1 600	—	—	2	100 × 5 (23)
2 000	1 600 - 2 000	—	—	3	100 × 5 (20)
2 500	2 000 - 2 500	—	—	4	100 × 5 (21)
3 150	2 500 - 3 150	—	—	3	100 × 10 (23)

- Notes 1. — Value of current shall be greater than the first value and less than or equal to the second value.
2. — Bars are assumed to be arranged with their long faces vertical. Arrangements with long faces horizontal may be used if specified by the manufacturer.
3. — Values in brackets are estimated temperature rises of the test conductors given for reference.

disjoncteur et ces pièces doivent être considérées comme faisant partie du bâti du disjoncteur. Lorsque le disjoncteur, qu'il comporte ou non un boîtier moulé, est placé dans une enveloppe isolante, celle-ci doit être recouverte extérieurement d'une feuille métallique reliée au bâti. Si la manivelle de commande est métallique, elle doit être reliée au bâti; si elle est en matière isolante, elle doit être recouverte d'une feuille métallique reliée au bâti.

Lorsque la rigidité diélectrique du disjoncteur dépend d'un enrubannement des conducteurs ou de l'emploi d'une isolation spéciale, cet enrubannement ou cette isolation spéciale doit être également utilisé lors des essais.

8.2.3.2 *Points d'application de la tension d'essai*

Quand les circuits d'un disjoncteur comportent des éléments tels que moteurs, appareils de mesure, interrupteurs à faible course des contacts et dispositifs à semiconducteurs qui, selon leurs spécifications particulières, ont été soumis à des tensions d'essai diélectrique inférieures à celles spécifiées à l'article 8.2.3.3, de tels éléments peuvent, si le constructeur le désire, être déconnectés avant que le disjoncteur ne soit soumis à l'essai prescrit.

8.2.3.2.1 *Circuit principal*

Pour ces essais, tout circuit de commande et tout circuit auxiliaire qui ne sont pas normalement reliés au circuit principal doivent être raccordés au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min dans les conditions suivantes:

- a) les contacts principaux étant fermés:
 - 1) entre toutes les parties sous tension de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du disjoncteur;
 - 2) entre chacun des pôles et tous les autres pôles réunis au bâti du disjoncteur;
- b) les contacts principaux étant ouverts:
 - 1) entre toutes les parties sous tension de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du disjoncteur;
 - 2) entre les bornes d'un côté réunies entre elles et les bornes de l'autre côté réunies entre elles.

8.2.3.2.2 *Circuits de commande et circuits auxiliaires*

Pour ces essais, le circuit principal doit être raccordé au bâti. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min dans les conditions suivantes:

- 1) entre l'ensemble des circuits de commande et des circuits auxiliaires qui ne sont pas normalement reliés au circuit principal, réunis entre eux, et le bâti du disjoncteur;
- 2) s'il y a lieu, entre chacune des parties des circuits de commande et des circuits auxiliaires pouvant se trouver isolée des autres en service normal et l'ensemble des autres parties réunies entre elles.

8.2.3.3 *Valeur de la tension d'essai*

La tension d'essai doit être de forme pratiquement sinusoïdale; sa fréquence doit être comprise entre 45 Hz et 62 Hz. La source du courant d'essai doit être capable de fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,5 A.

La valeur de la tension d'essai de une minute à sec doit être la suivante:

- a) Pour le circuit principal, ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires qui ne sont pas visés au paragraphe b) ci-après: conforme au tableau XI.
- b) Pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires que le constructeur indique comme ne devant pas être reliés au circuit principal:
 - lorsque la tension nominale d'isolement U_1 n'excède pas 60 V: 1 000 V;

breaker and these parts shall be considered as part of the frame of the circuit-breaker. When the circuit-breaker, whether or not it is made with a moulded case, is mounted in an insulating enclosure, the latter shall be covered by a metal foil connected to the frame. If the operating handle be metallic, it shall be connected to the frame; if it be of insulating material, it shall be covered by a metal foil connected to the frame.

When the dielectric strength of the circuit-breaker is dependent upon the taping of leads or the use of special insulation, such taping or special insulation shall also be used during the tests.

8.2.3.2 *Application of the test voltage*

When the circuits of a circuit-breaker include devices such as motors, instruments, snap switches and solid state devices which, according to their relevant specifications, have been subjected to dielectric test voltages lower than those specified in Clause 8.2.3.3, such devices may, at the discretion of the manufacturer, be disconnected before subjecting the circuit-breaker to the required test.

8.2.3.2.1 *Main circuit*

For these tests, any control and auxiliary circuits, which are not normally connected to the main circuit, shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for 1 min as follows:

- a) with the main contacts closed:
 - 1) between all live parts of all poles connected together and the frame of the circuit-breaker;
 - 2) between each pole and all the other poles connected to the frame of the circuit-breaker;
- b) with the main contacts open:
 - 1) between all live parts of all poles connected together and the frame of the circuit-breaker;
 - 2) between the terminals of one side connected together and the terminals of the other side connected together.

8.2.3.2.2 *Control and auxiliary circuits*

For these tests, the main circuit shall be connected to the frame. The test voltage shall be applied for 1 min as follows:

- 1) between all the control and auxiliary circuits which are not normally connected to the main circuit, connected together, and the frame of the circuit-breaker;
- 2) where appropriate, between each part of the control and auxiliary circuits which may be isolated from the other parts during normal operation and all the other parts connected together.

8.2.3.3 *Value of the test voltage*

The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform, and a frequency between 45 Hz and 62 Hz. The source of the test voltage shall be capable of supplying a short-circuit current of at least 0.5 A.

The value of the dry one-minute test voltage shall be as follows:

- a) For the main circuit and for the control and auxiliary circuits which are not covered by paragraph b) below: in accordance with Table XI.
- b) For control circuits and auxiliary circuits which are indicated by the manufacturer as unsuitable for connection to the main circuit:
 - where the rated insulation voltage U_i does not exceed 60 V: 1 000 V;

- lorsque la tension d'isolement assignée U_i est supérieure à $60 \text{ V} : 2 U_i + 1\,000 \text{ V}$ avec un minimum de $1\,500 \text{ V}$.

TABLEAU XI

Tensions d'isolement assignées U_i V	Tension d'essai diélectrique (courant alternatif) (valeur efficace) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 660$	2 500
$660 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,200(*)$	3 500
(*) En courant continu seulement.	

8.2.4 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés en court-circuit

8.2.4.1 Tolérances sur les grandeurs d'essai

Tous les essais relatifs à la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés en court-circuit doivent être effectués avec les valeurs fixées par le constructeur d'après les tableaux correspondants de la présente recommandation. Cependant, les essais seront considérés comme valables si les valeurs figurant dans le compte rendu d'essai ne diffèrent des valeurs spécifiées que dans les limites des tolérances suivantes:

— Courant: $\begin{matrix} + 5\% \\ 0\% \end{matrix}$	— Facteur de puissance: $\begin{matrix} 0 \\ - 0,05 \end{matrix}$
— Tension: $\pm 5\%$	— Constante de temps: $\begin{matrix} + 15\% \\ 0\% \end{matrix}$

Note. — La valeur de la tolérance relative au courant peut, avec l'accord du constructeur, être augmentée de 10% uniquement en ce qui concerne la valeur de crête du courant présumé établi.

8.2.4.2 Etat du disjoncteur pour les essais

Le disjoncteur en essai doit être monté complet sur son propre support ou sur un support équivalent. Un disjoncteur prévu pour être placé dans une enveloppe doit être essayé dans le même type d'enveloppe que celle dans laquelle il sera installé. Son mécanisme de commande doit être manœuvré dans les conditions spécifiées. Si le mécanisme est à commande électrique ou pneumatique, il doit être alimenté à la tension minimale ou à la pression minimale spécifiée aux articles 7.7.1.3 et 7.7.1.4. On doit vérifier que le disjoncteur fonctionne correctement à vide lorsqu'il est manœuvré dans les conditions ci-dessus.

Un disjoncteur muni d'un mécanisme de fermeture dépendante à main avec lequel le succès d'une manœuvre d'établissement en service ne dépend pas de la vitesse ni de la force avec lesquelles il est fermé dans chaque cas doit être essayé à la fermeture à toute une gamme de vitesses afin de vérifier que la manœuvre s'effectue de façon satisfaisante tout le long de cette gamme.

Un disjoncteur muni d'un mécanisme de fermeture dépendante à main avec lequel le succès d'une manœuvre d'établissement en service dépend de la vitesse et de la force avec lesquelles il est fermé dans chaque cas doit être essayé à la fermeture d'une façon reproduisant aussi fidèlement que possible les conditions de service.

— where the rated insulation voltage U_i exceeds 60 V: $2 U_i + 1\,000$ V, with a minimum of 1 500 V.

TABLE XI

Rated insulation voltage U_i V	Dielectric test voltage (a.c.) (r.m.s.) V
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 660$	2 500
$660 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,200^*$	3 500
* For d.c. only.	

8.2.4 Verification of rated short-circuit making and breaking capacities

8.2.4.1 Tolerances on test quantities

All the tests concerning the verification of rated short-circuit making and breaking capacities shall be performed with values stated by the manufacturer in accordance with the relevant tables of this recommendation. However, the tests will be taken as valid if the values recorded in the test report differ from the values specified only within the following tolerances:

— Current:	+ 5%	— Power-factor:	0
	0%		— 0.05
— Voltage:	± 5%	— Time-constant:	+ 15%
			0%

Note. — The value of the tolerance on current may, with the agreement of the manufacturer, be increased to +10% for the prospective peak making current only.

8.2.4.2 Condition of the circuit-breaker for tests

The circuit-breaker under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. A circuit-breaker intended to be enclosed shall be tested in the same type of enclosure as that in which it will be installed. Its control mechanism shall be operated under the specified conditions. If the mechanism be electrically or pneumatically controlled, it shall be supplied at the minimum voltage or the minimum pressure as specified in Clauses 7.7.1.3 and 7.7.1.4. It shall be verified that the circuit-breaker operates correctly on no-load when it is operated in the above conditions.

A circuit-breaker having a dependent manual closing mechanism, with which the success of a making operation in service does not depend on the speed and firmness with which it is closed on each occasion, shall be closed on test over a range of speeds to verify satisfactory operation throughout this range.

A circuit-breaker having a dependent manual closing mechanism, with which the success of a making operation in service depends on the speed and firmness with which it is closed on each occasion, shall be so closed on test as to simulate service conditions as closely as possible.

Si la durée d'ouverture d'un disjoncteur équipé de déclencheurs à maximum de courant réglables dépend de façon appréciable de la valeur des réglages, deux essais doivent être effectués (des disjoncteurs neufs peuvent être utilisés pour chacune des deux séries d'essais, ou un entretien est autorisé entre les séries d'essais):

- 1) avec le déclencheur réglé pour le courant maximal et le retard maximal (ce qui correspond à une composante apériodique minimale);
- 2) avec le déclencheur réglé pour le courant minimal et le retard minimal (ce qui correspond à une composante apériodique maximale).

Dans le cas d'un disjoncteur non équipé de déclencheurs à maximum de courant, mais équipé d'un autre type de déclencheurs tel qu'un déclencheur shunt, ce déclencheur sera alimenté à une tension égale à la tension minimale de fonctionnement du déclencheur appliquée au plus tôt au commencement du court-circuit et au plus tard 10 ms après le commencement du court-circuit.

L'essai de court-circuit doit être effectué avec des écrans métalliques placés dans le voisinage des pièces sous tension et séparés de celles-ci par les intervalles fixés par le constructeur. Ces écrans doivent être isolés de la terre et doivent être reliés au bâti.

8.2.4.3 Essais normaux

Les essais normaux pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure assignés en court-circuit consistent en une séquence de manœuvres d'établissement et de coupure correspondant à la catégorie de performance en court-circuit, comme spécifié à l'article 4.3.6.

L'intervalle de temps « t » doit être égal à la plus grande des deux quantités: soit 3 minutes, soit la durée de réarmement du disjoncteur. La valeur réelle de t doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

Les essais doivent être effectués à 100% au moins du pouvoir de coupure assigné en court-circuit et à 100% au moins du pouvoir de fermeture assigné en court-circuit tel qu'il est défini à l'article 4.3.5.3 en fonction du pouvoir de coupure assigné en court-circuit ou tel qu'il est fixé par le constructeur comme pouvoir de fermeture assigné en court-circuit.

Notes 1. — L'attention est appelée sur la nécessité de s'assurer que les essais effectués sur des disjoncteurs unipolaires sont faits à la valeur de crête appropriée du courant établi.

2. — Pour les disjoncteurs qui présentent des courants coupés critiques (voir article 2.5.15) au cours soit des manœuvres de coupure soit des cycles de manœuvres d'établissement-coupure, un essai supplémentaire doit être effectué à l'intérieur de ces domaines de courant coupé critique.

3. — L'attention est appelée sur les prescriptions supplémentaires concernant les disjoncteurs à fusibles incorporés, faisant l'objet de l'article 9.

Pour tous ces essais, le côté sous tension du circuit d'essai sera raccordé aux bornes correspondantes du disjoncteur telles qu'elles ont été repérées par le constructeur. En l'absence de tels repères, le côté sous tension du circuit d'essai sera relié à celui des côtés du disjoncteur qui donnera les conditions les plus sévères. S'il existe un doute sur la condition la plus sévère, le disjoncteur doit être essayé dans les deux cas. Des disjoncteurs neufs peuvent être utilisés pour chacune des deux séries d'essais, ou un entretien est autorisé entre les séries d'essais.

La valeur maximale de I^2t (voir article 2.5.26) notée durant ces essais doit être mentionnée dans le compte rendu d'essai.

Note. — La valeur maximale de I^2t enregistrée durant les essais peut ne pas être la valeur maximale possible pour les conditions prescrites. Des essais supplémentaires sont nécessaires pour déterminer cette valeur maximale.

If the opening time of a circuit-breaker fitted with adjustable over-current releases is affected significantly over the range of adjustments, two tests shall be made (new circuit-breakers may be used for each of the two series of tests, or maintenance between the test series is permissible):

- 1) with the release adjusted for the maximum current setting and maximum delay (thus keeping the d.c. component to a minimum);
- 2) with the release adjusted for the minimum current setting and minimum delay (thus keeping the d.c. component to a maximum).

For circuit-breakers without over-current releases but fitted with another kind of release such as a shunt release, this release shall be energized by the application of a voltage equal to the minimum operating voltage of the release, at a time not earlier than that of the initiation of the short-circuit nor later than 10 ms after the initiation of the short-circuit.

The short-circuit test shall be carried out with metallic screens placed in the neighbourhood of live parts and separated from these parts by distances as stated by the manufacturer. These screens shall be insulated from earth and shall be connected to the frame.

8.2.4.3 *Standard tests*

Standard tests for the verification of the rated short-circuit making and breaking capacities consist of a sequence of making and breaking operations, appropriate to the short-circuit performance category as specified in Clause 4.3.6.

The time interval t shall be 3 minutes or the resetting time of the circuit-breaker, whichever is the longer. The actual value of t shall be stated in the test report.

Tests shall be made at not less than 100% of the rated short-circuit breaking capacity and at not less than 100% of the rated short-circuit making capacity as co-related to the rated short-circuit breaking capacity according to Clause 4.3.5.3 or as assigned as a rated short-circuit making capacity by the manufacturer.

Notes 1. — Attention is drawn to the need to ensure that tests on single-pole circuit-breakers are made at the appropriate peak making current.

2. — For those circuit-breakers which exhibit critical breaking currents (see Clause 2.5.15) during either breaking operations or make-break operating cycles, an additional test shall be made within such critical breaking current ranges.

3. — Attention is drawn to the additional requirements for integrally-fused circuit-breakers detailed in Clause 9.

For all these tests, the live side of the test circuit shall be connected to the corresponding terminals of the circuit-breaker as marked by the manufacturer. In the absence of such markings, the live side of the test circuit shall be connected to that side of the circuit-breaker which gives the more severe conditions. If there is a doubt as to which is the more severe condition, the circuit-breaker shall be tested in both conditions. New circuit-breakers may be used for each of the two series of tests, or maintenance between the test series is permissible.

The maximum value of I^2t (see Clause 2.5.26) noted during these tests shall be recorded on the test report.

Note. — The maximum value of I^2t recorded during the tests may not be the maximum possible value for the prescribed conditions. Additional tests are necessary for determining this maximum value.

8.2.4.4 *Fréquence du circuit d'essai dans le cas du courant alternatif*

Les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit doivent être effectués à la fréquence assignée du disjoncteur. Si le pouvoir de coupure assigné dépend essentiellement de la valeur de la fréquence, la tolérance ne devra pas excéder $\pm 5\%$. Si le pouvoir de coupure assigné est pratiquement indépendant de la valeur de la fréquence, la tolérance ne devra pas excéder $\pm 25\%$.

8.2.4.5 *Circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit*

Les figures 1, 2 et 3 représentent respectivement les schémas des circuits à utiliser pour les essais:

- d'un disjoncteur tripolaire en courant triphasé (figure 1, page 106);
- d'un disjoncteur bipolaire en courant monophasé ou en courant continu (figure 2, page 107);
- d'un disjoncteur unipolaire en courant monophasé ou en courant continu (figure 3, page 108).

Note. — Les essais en courant monophasé d'un seul pôle d'un disjoncteur multipolaire ne sont pas prévus dans cette recommandation et doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La source *S* alimente un circuit comprenant des résistances *R*, des inductances *L* et le disjoncteur en essai *A*.

Elle doit dans tous les cas avoir une puissance suffisante pour permettre la vérification des caractéristiques indiquées sur la plaque signalétique (voir article 8.2.4.8.3).

La résistance et l'inductance du circuit d'essai doivent être réglables pour satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les inductances *L* doivent être sans fer. Elles doivent toujours être placées en série avec les résistances *R* et leur valeur doit être obtenue par le couplage en série d'inductances élémentaires; le couplage en parallèle d'inductances est admis lorsque ces inductances ont pratiquement la même constante de temps.

Etant donné que les caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai comprenant des réactances sans fer de valeur élevée ne correspondent pas aux conditions habituelles de service, la réactance sans fer dans chaque phase doit être shuntée par une résistance absorbant environ 0,6% du courant traversant la réactance, à moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

Note. — Des détails complémentaires relatifs à la constitution du circuit d'essai, faisant en particulier mention de la caractéristique de la tension transitoire de rétablissement, sont à l'étude.

Dans chacun des circuits d'essai (figures 1, 2 et 3), les résistances et les inductances sont placées entre la source d'alimentation *S* et le disjoncteur en essai *A*.

Cependant, quand les essais sont effectués avec un courant inférieur au pouvoir de coupure assigné en court-circuit, l'impédance supplémentaire prescrite peut être insérée en aval du disjoncteur entre celui-ci et le court-circuit. Dans tous les cas, le schéma du circuit d'essai doit figurer dans le compte rendu d'essai.

Sauf accord particulier (dont les détails doivent figurer dans le compte rendu d'essai) entre le constructeur et l'utilisateur, le schéma du circuit d'essai doit être conforme aux figures.

Il doit y avoir un point et un seul du circuit d'essai raccordé directement à la terre; ce peut être la connexion de court-circuit du circuit d'essai ou le point neutre de la source ou tout autre point convenable, mais la manière dont est effectuée la mise à la terre doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

Toutes les parties du disjoncteur normalement raccordées à la terre en service, y compris son enveloppe, doivent être isolées de la terre et reliées au point indiqué sur la figure 1, 2 ou 3. Cette connexion devra comprendre un dispositif approprié *D* (tel qu'un fusible consistant en un fil de cuivre de 0,1 mm de diamètre et de longueur au moins égale à 50 mm) pour déceler le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A. Tout neutre artificiel doit être pratiquement inductif et permettre un courant de défaut présumé d'au moins 100 A.

8.2.4.4 *Frequency of the test circuit for a.c.*

Tests for the verification of short-circuit making and breaking capacities shall be made at the rated frequency of the circuit-breaker. If the rated breaking capacity is essentially dependent on the value of the frequency, the tolerance shall not exceed $\pm 5\%$. If the rated breaking capacity is substantially independent of the value of the frequency, the tolerance shall not exceed $\pm 25\%$.

8.2.4.5 *Test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities*

Figures 1, 2 and 3 respectively give the diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- a three-pole circuit-breaker on three-phase a.c. (Figure 1, page 106);
- a two-pole circuit-breaker on single-phase a.c. or on d.c. (Figure 2, page 107);
- a single-pole circuit-breaker on single-phase a.c. or on d.c. (Figure 3, page 108).

Note. — Single-phase tests on a single pole of a multipole circuit-breaker are not dealt with in this recommendation and are subject to an agreement between manufacturer and user.

The supply *S* feeds a circuit including resistors *R*, reactors *L* and the circuit-breaker *A* under test.

In all cases the supply shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given on the nameplate (see Clause 8.2.4.8.3).

The resistance and reactance of the test circuit shall be adjustable to satisfy the specified test conditions. The reactors *L* must be air-cored. They shall always be connected in series with the resistors *R*, and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors; parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

Since the transient recovery voltage characteristics of test circuits including large air-cored reactors are not representative of usual service conditions, the air-cored reactor in any phase shall be shunted by a resistor taking approximately 0.6% of the current through the reactor, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

Note. — Further particulars for specifying the test circuit, with particular reference to the transient recovery voltage characteristic, are under consideration.

In each test circuit (Figures 1, 2 and 3), the resistors and reactors are inserted between the supply source *S* and the circuit-breaker *A* under test.

When tests are made with current less than the rated short-circuit breaking capacity, the additional impedance required may, however, be inserted on the load side of the circuit-breaker between it and the short-circuit. In any case, the diagram of the test circuit shall appear in the test report.

Unless a special agreement has been drawn up between manufacturer and user and details noted in the test report, the diagram of the test circuit shall be in accordance with the figures.

There shall be one and only one point of the test circuit which is directly earthed; this may be the short-circuit link of the test circuit or the neutral point of the supply or any other convenient point, but the method of earthing shall be stated in the test report.

All parts of the circuit-breaker normally earthed in service, including its enclosure, shall be insulated from earth and connected to a point as indicated on Figures 1, 2 or 3. This connection shall include a reliable device *D* (such as a fuse consisting of a copper wire of 0.1 mm diameter and not less than 50 mm in length) for the detection of the fault current and, if necessary, a resistor limiting the value of the prospective fault current to about 100 A. Any artificial neutral should be substantially inductive, and permit a prospective fault current of at least 100 A.

Les éléments O_1 de l'oscillographe sont reliés en série avec chaque pôle du disjoncteur, du côté du court-circuit.

Un autre élément O_2 de l'oscillographe peut être relié entre les bornes côté source du disjoncteur en essai. D'autres éléments O_3 de l'oscillographe sont reliés entre les bornes de chaque pôle. Les valeurs des résistances des circuits de mesure doivent être au moins de 100 ohms par volt de la tension de rétablissement à la fréquence industrielle. Les valeurs des résistances doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

8.2.4.6 *Facteur de puissance ou constante de temps du circuit d'essai*

8.2.4.6.1 *Facteur de puissance du circuit d'essai*

En courant alternatif, le facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai peut être déterminé suivant l'une des méthodes indiquées à l'annexe A a).

Le facteur de puissance d'un circuit polyphasé est pris égal à la moyenne des facteurs de puissance de chaque phase.

La valeur du facteur de puissance doit être celle donnée par le tableau I de l'article 4.3.5.3 en fonction du pouvoir de coupure assigné en court-circuit correspondant.

La valeur moyenne du facteur de puissance du circuit d'essai doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

La différence entre la valeur moyenne et les valeurs maximale et minimale des facteurs de puissance dans les différentes phases ne doit pas dépasser 25% de la valeur moyenne.

8.2.4.6.2 *Constante de temps du circuit d'essai*

En courant continu, la constante de temps du circuit d'essai peut être déterminée suivant la méthode indiquée à l'annexe A b).

La valeur de la constante de temps doit être de 15 millisecondes, à moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2.4.7 *Tension de rétablissement à fréquence industrielle*

Pour les essais de pouvoir de coupure, la valeur moyenne de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à une valeur correspondant à 110% de la tension d'emploi assignée du disjoncteur en essai.

Note. — Ceci peut exiger que la tension appliquée soit accrue mais, en l'absence de consentement du constructeur, on ne doit pas dépasser la tolérance relative à la valeur de crête du courant présumé établi.

8.2.4.8 *Modalités des essais*

8.2.4.8.1 *Etalonnage du circuit d'essai* (voir figures 1, 2, 3 et 6, pages 106, 107, 108 et 111)

Le disjoncteur en essai *A* est remplacé par des connexions provisoires *B* d'impédance négligeable par rapport à celle du circuit d'essai.

En courant alternatif, les résistances *R* et les inductances *L* sont réglées de façon à obtenir, à la tension d'essai, un courant égal au pouvoir de coupure assigné en court-circuit à l'instant de la séparation des contacts d'arc ainsi que le facteur de puissance indiqué à l'article 8.2.4.6.1.

Units 0_1 of the oscillograph are connected on the short-circuited side in series with each pole of the circuit-breaker.

Another unit 0_2 of the oscillograph may be connected between the terminals of the supply side of the circuit-breaker under test. Other units 0_3 of the oscillograph are connected across the terminals of each pole. The values of the resistances of the measuring circuits shall be at least 100 ohms per volt of the power-frequency recovery voltage. The values of the resistances shall be stated in the test report.

8.2.4.6 *Power-factor or time-constant of the test circuit*

8.2.4.6.1 *Power-factor of the test circuit*

For a.c., the power-factor of each phase of the test circuit may be determined according to one of the methods indicated in Appendix A a).

The power-factor of a polyphase circuit is considered as the mean value of the power-factors of each phase.

The power-factor shall be as given in Table I of Clause 4.3.5.3 for the appropriate rated short-circuit breaking capacity.

The mean value of the power-factor of the test circuit shall be given in the test report.

The difference between the mean value and the maximum and minimum values of the power-factors in the different phases shall not exceed 25% of the mean value.

8.2.4.6.2 *Time-constant of the test circuit*

For d.c., the time-constant of the test circuit may be determined according to the method given in Appendix A b).

The value of the time-constant shall be 15 milliseconds, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

8.2.4.7 *Power-frequency recovery voltage*

For breaking-capacity tests, the average value of the power-frequency recovery voltage shall be equal to a value corresponding to 110% of the rated operational voltage of the circuit-breaker under test.

Note. — This may require that the applied voltage be increased, but the tolerance on the prospective peak making current shall not be exceeded without consent of the manufacturer.

8.2.4.8 *Test procedure*

8.2.4.8.1 *Calibration of the test circuit* (see Figures 1, 2, 3 and 6, pages 106, 107, 108 and 111)

The circuit-breaker *A* under test is replaced by temporary connections *B* having a negligible impedance compared with that of the test circuit.

For a.c., resistors *R* and reactors *L* are adjusted so as to obtain, at the test voltage, a current equal to the rated short-circuit breaking capacity at the instant of separation of the arcing contacts as well as the power-factor as indicated in Clause 8.2.4.6.1.

En courant continu, les résistances R et les inductances L sont réglées de façon à obtenir, à la tension d'essai, un courant dont la valeur maximale est égale au pouvoir de coupure assigné en court-circuit, ainsi que la constante de temps indiquée à l'article 8.2.4.6.2.

Le circuit d'essai est alimenté simultanément sur tous les pôles et l'on enregistre la courbe du courant avec l'oscillographe O_1 pendant une durée d'au moins 0,1 seconde.

Note. — Pour les disjoncteurs pour courant continu dont la séparation des contacts s'effectue avant que la valeur de crête de la courbe d'étalonnage soit atteinte, il suffit de faire un oscillogramme d'étalonnage avec une résistance pure additionnelle dans le circuit pour démontrer que la vitesse d'accroissement du courant exprimée en ampères/seconde est la même que celle qui correspond au courant d'essai et à la constante de temps spécifiés. Cette résistance additionnelle doit être telle que la valeur de crête de la courbe du courant d'étalonnage soit au moins égale à la valeur de crête du courant coupé. Lors de l'essai réel, cette résistance doit être supprimée (voir note de l'article 8.2.4.8.3 b)).

8.2.4.8.2 Exécution de l'essai

Les connexions provisoires B sont remplacées par le disjoncteur en essai.

La séquence d'essai doit être conforme aux prescriptions des articles 4.3.6 et 8.2.4.3.

Après l'extinction de l'arc, la tension de rétablissement doit être maintenue pendant une durée au moins égale à 0,1 seconde.

8.2.4.8.3 Interprétation des oscillogrammes

a) Détermination de la tension appliquée et de la tension de rétablissement à fréquence industrielle

La tension appliquée et la tension de rétablissement à fréquence industrielle sont déterminées d'après l'oscillogramme correspondant à l'essai de coupure effectué avec l'appareil en essai et évaluées comme indiqué sur les figures 4 b) et 4 c), page 109, en courant alternatif et sur les figures 5 b) et 5 c), page 110, en courant continu.

La différence entre la valeur moyenne des tensions de rétablissement à fréquence industrielle sur toutes les phases et la valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle sur chaque phase ne doit pas dépasser 5% de la valeur moyenne.

Note. — Dans certains cas, en raison de l'influence de brèves variations de la résistance d'isolement après coupure entre les contacts du disjoncteur et/ou en raison de l'influence de la résistance des circuits de mesure, cette valeur de 5% peut être dépassée sans compromettre la validité de l'essai.

b) Détermination du courant présumé coupé

Cette détermination s'effectue en comparant les courbes de courant relevées à l'oscillographe lors de l'étalonnage initial du circuit et celles relevées lors de la coupure par le disjoncteur en essai.

En courant alternatif, la composante périodique du courant présumé coupé est prise égale à la valeur efficace de la composante périodique du courant d'étalonnage à l'instant de la séparation des contacts d'arc (valeurs correspondant à A_1 ou A_2 de la figure 4 a)).

Le courant présumé coupé doit être la moyenne des courants présumés dans toutes les phases et la différence entre la moyenne de ces courants et la valeur du courant présumé dans n'importe quelle phase ne doit pas dépasser 10% de la valeur moyenne.

En courant continu, la valeur du courant présumé coupé est prise égale à la valeur maximale A_2 déterminée d'après la courbe d'étalonnage pour les disjoncteurs qui coupent avant que le courant ait atteint sa valeur maximale et à la valeur A pour les disjoncteurs qui coupent après que le courant a dépassé sa valeur maximale (voir figures 5 a) et 5 b)).

Note. — Dans le cas de disjoncteurs pour courant continu essayés suivant les prescriptions de la note de l'article 8.2.4.8.1, si l'étalonnage du circuit d'essai a été effectué à un courant I_1 inférieur au pouvoir de coupure nominal, l'essai est considéré comme nul si le courant réellement coupé I_2 est supérieur à I_1 et il doit être recommencé après un étalonnage à un courant I_3 de valeur supérieure à I_2 (voir figure 6, page 111).

Le courant présumé coupé $A_2 = \frac{U}{R}$ sera déterminé en calculant la résistance R du circuit d'essai à partir des résistances R_1 et R_2 des circuits d'étalonnage correspondants. La constante de temps du circuit d'essai est donnée par: $T = \frac{A_2}{di/dt}$.

For d.c., resistors R and reactors L are adjusted so as to obtain, at the test voltage, a current the maximum value of which is equal to the rated short-circuit breaking capacity as well as the time-constant as indicated in Clause 8.2.4.6.2.

The test circuit is energized simultaneously in all poles and the current curve is recorded with oscillograph O_1 for a duration of at least 0.1 second.

Note. — For d.c. circuit-breakers parting their contacts before the peak value of the calibration curve is reached, it is sufficient to make a calibration oscillogram with additional pure resistance in the circuit to demonstrate that the rate-of-rise of the current expressed in amperes/second is the same as for the test current and the time-constant specified. This additional resistance shall be such that the peak value of the calibration current curve is at least equal to the peak value of the breaking current. This resistance shall be removed for the actual test (see note of Clause 8.2.4.8.3 b)).

8.2.4.8.2 *Performance of the test*

The temporary connections B are replaced by the circuit-breaker under test.

The test sequence shall be in accordance with Clauses 4.3.6 and 8.2.4.3.

After arc extinction, the recovery voltage shall be maintained for a period not less than 0.1 second.

8.2.4.8.3 *Interpretation of oscillograms*

a) *Determination of the applied and power-frequency recovery voltages*

The applied and power-frequency recovery voltages are determined from the oscillogram corresponding to the break test made with the apparatus under test and estimated as indicated in Figures 4 b) and 4 c), page 109, for a.c. and in Figures 5 b) and 5 c), page 110, for d.c.

The difference between the average value of the power-frequency recovery voltages on all phases and the value of the power-frequency recovery voltage on each phase shall not exceed 5% of the average value.

Note. — The value of 5% can in certain cases, due to the influence of short time variations in the insulation resistance of the circuit-breaker arc gaps and/or to the influence of the resistance in the measuring circuits, be exceeded without affecting the validity of the test.

b) *Determination of the prospective breaking current*

This determination is made by comparing the current curves, recorded with the oscillograph during initial calibration of the circuit, with those recorded during the break test of the circuit-breaker.

For a.c., the a.c. component of the prospective breaking current is taken as being equal to the r.m.s. value of the a.c. component of the calibration current at the instant of separation of the arcing contacts (values corresponding to A_1 or A_2 of Figure 4 a)). The prospective breaking current shall be the average of the prospective currents in all the phases and the prospective current in any phase shall not vary from the average by more than 10% of the average.

For d.c., the value of the prospective breaking current is taken as being equal to the maximum value A_2 as determined from the calibration curve for circuit-breakers breaking before the current has reached its maximum value, and to the value A for circuit-breakers breaking after the current has passed its maximum value (see Figures 5 a) and 5 b)).

Note. — For d.c. circuit-breakers tested according to the requirements of the note of Clause 8.2.4.8.1, when the calibration of the test circuit has been made at a current I_1 lower than the rated breaking capacity, the test is considered void if the actual breaking current I_2 is higher than I_1 and it shall be carried out again after a calibration at a current I_3 of a higher value than I_2 (see Figure 6, page 111).

The prospective breaking current $A_2 = \frac{U}{R}$ shall be determined by calculating the resistance R of the test circuit from the resistances R_1 and R_2 of the corresponding calibration circuits.

The time-constant of the test circuit is given by: $T = \frac{A_2}{di/dt}$.

c) *Détermination de la valeur de crête du courant présumé établi*

La valeur de crête du courant présumé établi est déterminée d'après l'oscillogramme d'étalonnage et sa valeur doit être prise égale à A_3 en courant alternatif et à A_2 en courant continu. Dans le cas d'un essai triphasé, sa valeur doit être prise égale à la plus grande des trois valeurs A_3 obtenues d'après l'oscillogramme.

Note. — Dans le cas d'essais de disjoncteurs unipolaires, l'attention est appelée sur le fait que la valeur de crête du courant présumé établi déterminée d'après l'oscillogramme d'étalonnage peut différer de la valeur de crête du courant présumé établi correspondant à l'essai selon l'instant d'établissement du courant.

8.2.4.9 *Comportement du disjoncteur pendant les essais de fermeture et de coupure*

Pendant les essais effectués dans les limites des pouvoirs de fermeture et de coupure spécifiés et suivant la séquence de manœuvres spécifiée aux articles 4.3.6, 8.2.4.3 et 8.2.4.8.2, le disjoncteur ne doit pas présenter de signes exagérés de fatigue ni mettre en danger l'opérateur. De plus, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles ou entre pôles et masse, ni fusion du fusible inséré dans le circuit de terre (voir article 8.2.4.5).

Dans le cas de disjoncteurs à coupure dans l'huile, il ne doit pas y avoir d'émission extérieure de flammes, et les gaz produits ainsi que l'huile entraînée par ces gaz doivent être canalisés et dirigés à l'extérieur du disjoncteur dans une direction opposée à l'opérateur et à toute pièce sous tension.

Pour les autres types de disjoncteurs, aucune émission de produits de l'arc susceptibles de diminuer le niveau d'isolement du disjoncteur ne doit s'étendre au-delà des limites indiquées par le constructeur.

8.2.4.10 *Etat du disjoncteur après les essais de fermeture et de coupure*

Après la séquence de manœuvres d'essai effectuée selon les prescriptions des articles 4.3.6, 8.2.4.3 et 8.2.4.8.2, le disjoncteur doit être capable, sans entretien, de supporter une tension égale à deux fois sa tension d'isolement assignée ainsi que d'établir et de couper son courant thermique assigné sous sa tension d'emploi assignée.

Les parties mécaniques et les isolateurs du disjoncteur doivent se trouver pratiquement dans le même état qu'avant l'essai.

Le fonctionnement des déclencheurs à maximum de courant destinés à assurer la protection contre les surcharges doit être vérifié à 2,5 fois la valeur de leur courant de réglage. Cet essai peut être effectué sous tension réduite.

8.2.4.10.1 *Disjoncteurs de catégorie de performance en court-circuit P-1*

a) Un essai d'échauffement doit être fait au courant thermique assigné, ou à la valeur maximale de courant que le disjoncteur supportera de façon continue si le disjoncteur déclenche à son courant thermique assigné, pour vérifier que les contacts sont capables de supporter ce courant sans échauffement excessif. L'échauffement ne devra occasionner aucun dommage aux matières isolantes voisines.

Notes 1. — Si l'essai n'est pas effectué au courant thermique assigné, mention devra en être faite dans le compte rendu d'essai.

2. — Cet essai n'a pas pour but d'évaluer le courant admissible pour la suite du service mais il est seulement destiné à donner la certitude que des échauffements excessifs ne se produiront pas si l'appareil est maintenu en service.

b) Lors de l'essai des déclencheurs à maximum de courant à 2,5 fois la valeur de leur courant de réglage, la durée de fonctionnement ne doit pas être supérieure à la valeur maximale indiquée par le constructeur pour deux fois le courant de réglage.

c) *Determination of the prospective peak making current*

The prospective peak making current is determined from the calibration oscillogram and its value shall be taken as being equal to A_3 for a.c. and to A_2 for d.c. In the case of a three-phase test, it shall be taken as the highest of the three A_3 values obtained from the oscillogram.

Note. — For tests on single-pole circuit-breakers, attention is drawn to the fact that the prospective peak making current determined from the calibration oscillogram may differ from the value of the prospective peak making current corresponding to the test, depending on the instant of making.

8.2.4.9 *Behaviour of the circuit-breaker during making and breaking tests*

During tests within the limits of specified making and breaking capacities and according to the operating sequence specified in Clauses 4.3.6, 8.2.4.3 and 8.2.4.8.2, the circuit-breaker shall show no excessive signs of distress nor shall it endanger the operator. Furthermore, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles or between poles and frame, no melting of the fuse in the earth circuit (see Clause 8.2.4.5).

In the case of oil-immersed circuit-breakers, there shall be no external emission of flame and the gas produced, together with any oil expelled by this gas, shall be channelled and directed towards the exterior of the circuit-breaker in a direction away from the operator and from any live part.

For the other types of circuit-breakers, any emission of arc products capable of diminishing the insulation level of the circuit-breaker shall not be projected beyond the limits laid down by the manufacturer.

8.2.4.10 *Condition of the circuit-breaker after making and breaking tests*

After the test operating sequence carried out in accordance with Clauses 4.3.6, 8.2.4.3 and 8.2.4.8.2, the circuit-breaker shall be capable, without maintenance, of withstanding a voltage equal to twice its rated insulation voltage, and of making and breaking its rated thermal current at its rated operational voltage.

The mechanical parts and the insulators of the circuit-breaker shall be substantially in the same condition as before the test.

The operation of over-current releases intended to provide overload protection shall be verified at 2.5 times the value of their current setting. This test may be made at a reduced voltage.

8.2.4.10.1 *Circuit-breakers of short-circuit performance category P-1*

a) A temperature-rise test shall be made at the rated thermal current, or at the maximum value of current that the circuit-breaker will carry continuously if the circuit-breaker trips with its rated thermal current, to check that the contacts are capable of carrying this current without excessive temperature rise. The temperature rise shall not cause any damage to adjacent insulating materials.

Notes 1. — If the test is not made at the rated thermal current, this fact shall be noted in the test report.

2. — This test is not intended to evaluate the current permitted for further service, but is solely intended to ensure that excessive temperature rises will not occur in continued service.

b) When testing over-current releases at 2.5 times the value of their current setting, the operating time shall not exceed the maximum value stated by the manufacturer for twice the value of the current setting.

8.2.4.10.2 Disjoncteurs de catégorie de performance en court-circuit P-2

- a) Le disjoncteur doit être capable de supporter sans entretien son courant thermique assigné. En cas de doute quant à l'aptitude des contacts à satisfaire à cette prescription, un essai d'échauffement au courant thermique assigné doit être effectué. Dans ce cas, l'échauffement ne devra occasionner aucun dommage aux matières isolantes voisines.
- b) Lors de l'essai des déclencheurs à maximum de courant à 2,5 fois leur courant de réglage, la durée de fonctionnement doit rester dans les limites des tolérances indiquées par le constructeur.

8.2.5 Vérification de la tenue au courant de courte durée admissible assigné

Note. — Cet essai peut être effectué avant ou après l'essai de court-circuit. Il peut aussi, au choix du constructeur, être effectué sur un appareil séparé; dans ce cas, ce fait doit être mentionné dans le compte rendu d'essai.

Les essais doivent être effectués, le disjoncteur étant en position de fermeture, à toute tension d'essai convenable et en partant de l'état froid, le disjoncteur étant à la température de l'air ambiant.

a) En courant alternatif

Les essais doivent être effectués à la fréquence assignée du disjoncteur, avec une tolérance de $\pm 25\%$.

Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié et sa valeur efficace doit, sur un pôle au moins, être égale ou supérieure à celle spécifiée.

La valeur de crête la plus élevée du courant pendant sa première période ne doit pas être inférieure à n fois le pouvoir de coupure assigné en court-circuit, la valeur de n étant celle figurant dans la troisième colonne du tableau I de l'article 4.3.5.3.

Si cependant les caractéristiques de la station d'essai sont telles que ces conditions ne peuvent être réalisées, les variantes ci-après pourront être utilisées pourvu que l'intégrale du produit du carré du courant par le temps, étendue à la durée de l'essai, soit au moins égale au produit du carré du courant de courte durée admissible assigné par la durée assignée du court-circuit:

- 1) Si le décrétement du courant de court-circuit de la station d'essai est tel que le courant de courte durée admissible assigné ne puisse pas être obtenu pendant la durée assignée sans nécessiter l'application initiale d'un courant trop élevé, la valeur efficace du courant pendant l'essai pourra être réduite au-dessous de la valeur spécifiée, la durée de l'essai étant augmentée en conséquence, pourvu que la valeur de la plus grande crête du courant ne soit pas inférieure à celle spécifiée.
- 2) Si, en vue d'obtenir la valeur de crête prescrite, la valeur efficace du courant doit être augmentée au-delà de la valeur spécifiée, la durée de l'essai sera réduite en conséquence.

Après l'essai, le disjoncteur doit répondre aux conditions spécifiées à l'article 8.2.4.10.

b) En courant continu

Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié; sa valeur moyenne quadratique, déterminée d'après l'oscillogramme, doit être au moins égale à celle spécifiée.

Si les caractéristiques de la station d'essai sont telles que les prescriptions précédentes ne puissent pas être remplies pendant la durée assignée sans nécessiter l'application initiale d'un courant trop élevé, la valeur du courant pendant l'essai pourra être réduite au-dessous de la valeur spécifiée, la durée de l'essai étant augmentée en conséquence, pourvu que la valeur maximale du courant ne soit pas inférieure à celle spécifiée.

Enfin, si la station d'essai ne permet pas d'effectuer ces essais en courant continu, ceux-ci pourront, par accord entre le constructeur et l'utilisateur, être effectués en courant alternatif moyennant certaines précautions, comme par exemple de ne pas dépasser en valeur de crête le courant admissible.

8.2.4.10.2 *Circuit-breakers of short-circuit performance category P-2*

- a) The circuit-breaker shall, without maintenance, be capable of carrying its rated thermal current. Where doubt exists as to the ability of the contacts to meet this requirement, a temperature-rise test at the rated thermal current shall be made. In this case, the temperature rise shall not cause any damage to adjacent insulating materials.
- b) When testing over-current releases at 2.5 times their current setting, the operating time shall fall within the tolerances stated by the manufacturer.

8.2.5 *Verification of the ability to carry rated short-time withstand current*

Note. — This test may be made before or after the short-circuit test. It can also be made on a separate sample at the option of the manufacturer; if so, the fact shall be stated in the test report.

The tests shall be made, with the circuit-breaker in the closed position, at any convenient test voltage and starting from cold state with the circuit-breaker at the ambient air temperature.

a) *For a.c.*

The tests shall be made at the rated frequency of the circuit-breaker with a tolerance of $\pm 25\%$.

The current shall be applied for the specified time and its r.m.s. value shall be equal to or higher than the specified value in at least one pole.

The highest peak value of the current during its first cycle shall be not less than n times the rated short-circuit breaking capacity, the value of n being that appearing in the third column of Table I in Clause 4.3.5.3.

When, however, the characteristics of the testing station are such that the above requirements cannot be obtained, the following alternatives are permitted provided that the integral of the product of the square of the current and the duration, obtained during the test, shall be not less than the product of the square of the rated short-time withstand current and the rated duration of short-circuit:

- 1) If the decrement of the short-circuit current of the testing station be such that the rated short-time withstand current cannot be obtained for the rated time without applying initially an excessively high current, the r.m.s. value of the current may be permitted to fall during the test below the specified value, the duration being increased appropriately, provided that the value of the highest peak current is not less than that specified.
- 2) If, in order to obtain the required peak value, the r.m.s. value of the current has to be increased above the specified current, the duration of the test shall be reduced accordingly.

After this test, the circuit-breaker shall comply with the requirements specified in Clause 8.2.4.10.

b) *For d.c.*

The current shall be applied for the specified time and its r.m.s. value determined from the oscillogram shall be at least equal to the specified value.

When the characteristics of the testing station are such that the above requirements cannot be obtained for the rated time without applying initially an excessively high current, the value of the current may be permitted to fall during the test below the specified value, the duration being increased appropriately, provided that the maximum value of the current is not less than that specified.

Finally, if the testing station is unable to make these tests on d.c., they may, if agreed between manufacturer and user, be made on a.c., provided suitable precautions are taken; for instance, the peak value of current shall not exceed the permissible current.

Après l'essai, le disjoncteur doit répondre aux conditions spécifiées à l'article 8.2.4.10.

8.2.6 *Vérification du fonctionnement mécanique, de l'endurance mécanique et de l'endurance électrique*

8.2.6.1 *Conditions générales d'essai*

Les essais doivent être effectués à la température ambiante du local d'essai. Pour les disjoncteurs conçus pour être entretenus (voir article 4.2.6), les réglages ou l'entretien prévus dans les instructions du constructeur doivent être effectués selon ces instructions.

La tension d'alimentation de commande de chaque circuit de commande doit être mesurée à ses bornes sous le courant assigné.

Toutes les résistances ou impédances faisant partie du dispositif de commande doivent être en circuit. Cependant, aucune impédance supplémentaire ne doit être insérée entre la source de courant et les bornes du dispositif.

Les essais des articles 8.2.6.2, 8.2.6.3 et 8.2.6.4 doivent être faits sur le même disjoncteur, mais l'ordre dans lequel ces essais sont effectués est au choix.

8.2.6.2 *Essais de fonctionnement mécanique*

On procède aux essais de fonctionnement en vue de s'assurer que le disjoncteur satisfait aux conditions de fonctionnement prévues pour les limites supérieures et inférieures de tension et de pression d'alimentation spécifiées pour le dispositif de commande à la fermeture et à l'ouverture.

Les essais doivent être effectués comme il est spécifié à l'article 8.2.6.1 en vue de:

- vérifier le déclenchement satisfaisant du disjoncteur, le dispositif d'enclenchement étant alimenté;
- vérifier le comportement satisfaisant du disjoncteur lorsque l'opération de fermeture est provoquée, le dispositif de déclenchement étant en action;
- vérifier que la mise en action d'un dispositif à commande par source d'énergie extérieure, lorsque le disjoncteur est déjà fermé, ne provoque aucun dommage au disjoncteur et ne met pas en danger l'opérateur.

Si les durées de fermeture et d'ouverture ont été indiquées, elles doivent être vérifiées par des essais appropriés.

8.2.6.3 *Essais d'endurance mécanique*

Ces essais doivent être effectués dans les conditions spécifiées à l'article 8.2.6.1. Le nombre de cycles de manœuvres à effectuer sur le disjoncteur est indiqué dans la colonne 4 ou 6 du tableau VI de l'article 7.5; le nombre de cycles de manœuvres par heure est indiqué dans la colonne 2 de ce tableau.

Les essais peuvent être exécutés sans courant dans le circuit principal du disjoncteur. Dix pour cent du nombre total d'essais doivent être des manœuvres de fermeture-ouverture, c'est-à-dire avec commande de l'ouverture par la fermeture des contacts principaux.

Les essais doivent être faits sur un disjoncteur muni de son propre mécanisme de fermeture. Dans le cas de disjoncteurs munis d'un dispositif électrique ou pneumatique de fermeture, ce dispositif doit être alimenté à sa tension d'alimentation de commande assignée ou à sa pression assignée et les essais doivent être conduits de telle sorte que les échauffements des organes électriques n'excèdent pas les valeurs indiquées aux tableaux IV et V.

En cas de disjoncteurs manœuvrés à la main, ils doivent être manœuvrés comme en usage normal.

After this test, the circuit-breaker shall comply with the requirements specified in Clause 8.2.4.10.

8.2.6 *Verification of mechanical operation and of mechanical and electrical endurance*

8.2.6.1 *General test conditions*

The tests shall be made at the ambient temperature of the test room. For circuit-breakers designed to be maintained (see Clause 4.2.6), adjustment or maintenance laid down in the manufacturer's instructions shall be carried out in accordance with those instructions.

The control supply voltage of each control circuit shall be measured at its terminals at the rated current.

All resistors or impedances forming part of the control device shall be in circuit. However, no supplementary impedances shall be inserted between the current source and the terminals of the device.

The tests of Clauses 8.2.6.2, 8.2.6.3 and 8.2.6.4 shall be made on the same circuit-breaker, but the order in which these tests are carried out is optional.

8.2.6.2 *Mechanical operation tests*

The operating tests shall be carried out to demonstrate that the circuit-breaker meets the operating conditions specified at the upper and lower limits of supply voltage and pressure specified for the control device during closing and opening.

Tests shall be made as specified in Clause 8.2.6.1 for the following purposes:

- to prove satisfactory tripping of the circuit-breaker with the closing device energized;
- to prove satisfactory behaviour of the circuit-breaker when the closing operation is initiated with the tripping device actuated;
- to prove that the operation of a power-operated device when the circuit-breaker is already closed shall neither cause damage to the circuit-breaker nor endanger the operator.

If the closing and opening times have been stated, they shall be checked by means of appropriate tests.

8.2.6.3 *Mechanical endurance tests*

These tests shall be made under the conditions specified in Clause 8.2.6.1. The number of operating cycles to be carried out on the circuit-breaker is given in column 4 or 6 of Table VI in Clause 7.5; the number of operating cycles per hour is given in column 2 of this table.

The tests may be carried out without current in the main circuit of the circuit-breaker. Ten per cent of the total number of tests shall be close-open operations, i.e. with the tripping mechanism energized by the closing of the main contacts.

The tests shall be made on a circuit-breaker with its own closing mechanism. In the case of circuit-breakers fitted with electrical or pneumatic closing devices, these devices shall be supplied at their rated control supply voltage or at their rated pressure and the tests shall be so carried out that the temperature rises of the electrical components do not exceed the values indicated in Tables IV and V.

In the case of manually operated circuit-breakers, they shall be operated as in normal use.

8.2.6.4 Essais d'endurance électrique

L'état et le mode d'installation du disjoncteur doivent être ceux spécifiés aux articles 8.2.2.2 et 8.2.6.1.

Le nombre et la fréquence des cycles de manœuvres à effectuer sont donnés dans les colonnes 3 et 2 du tableau VI de l'article 7.5.

On doit faire fonctionner le disjoncteur de façon qu'il établisse ou qu'il coupe son courant thermique assigné sous sa tension d'emploi assignée dans des circuits de caractéristiques données ci-après:

Caractéristiques du circuit	Courant alternatif	Courant continu
Facteur de puissance $\cos \varphi$	$0,8 \pm 0,1$	—
Constante de temps L/R (ms)	—	de 1 à 3

Les essais sur les disjoncteurs prévus pour le courant alternatif doivent être effectués à une fréquence comprise entre 45 Hz et 62 Hz.

Les essais doivent être faits sur un disjoncteur muni de son propre mécanisme de fermeture. Dans le cas de disjoncteurs munis d'un dispositif électrique ou pneumatique de fermeture, ce dispositif doit être alimenté à sa tension d'alimentation de commande assignée ou à sa pression assignée et les essais doivent être conduits de telle sorte que les échauffements des organes électriques n'excèdent pas les valeurs indiquées aux tableaux IV et V.

En cas de disjoncteurs manœuvrés à la main, ils doivent être manœuvrés comme en usage normal.

8.2.6.5 Etat du disjoncteur après les essais

Après les essais des articles 8.2.6.2, 8.2.6.3 et 8.2.6.4, le disjoncteur doit être capable, sans entretien, de supporter une tension égale à deux fois sa tension d'isolement assignée ainsi que d'établir et de couper son courant thermique assigné sous sa tension d'emploi assignée.

Les disjoncteurs de catégorie de performance en court-circuit P-1, s'ils sont équipés de déclencheurs directs à maximum de courant, doivent satisfaire aux prescriptions de l'article 7.7.2.3 relatives à la durée maximale de déclenchement spécifiée, les valeurs des courants d'essais étant augmentées de 10% pour cet essai de vérification.

Les disjoncteurs de catégorie de performance en court-circuit P-2, s'ils sont équipés de déclencheurs directs à maximum de courant, doivent satisfaire aux prescriptions d'étalonnage en maximum de courant de l'article 7.7.2.3.

8.2.7 Vérification du comportement en surcharge

L'état et le mode d'installation du disjoncteur doivent être ceux spécifiés à l'article 8.2.2.2.

Le disjoncteur doit être capable d'effectuer le nombre prescrit de cycles de manœuvres indiqué à l'article 7.6.

Si les installations de la station d'essai ne permettent pas d'opérer à la fréquence de manœuvre spécifiée, on pourra adopter une fréquence plus faible mais ce fait devra être mentionné dans le compte rendu d'essai.

8.2.6.4 *Electrical endurance tests*

The circuit-breaker condition and method of installation shall be as specified in Clauses 8.2.2.2 and 8.2.6.1.

The number and frequency of the operating cycles to be carried out are given in columns 3 and 2 of Table VI in Clause 7.5.

The circuit-breaker shall be operated so as to make or to break its rated thermal current at its rated operational voltage and with the following circuit characteristics:

Characteristics of the circuit	a.c.	d.c.
Power-factor $\cos \varphi$	0.8 ± 0.1	—
Time-constant L/R (ms)	—	from 1 to 3

Tests on a.c. rated circuit-breakers shall be made at a frequency of between 45 Hz and 62 Hz.

The tests shall be made on a circuit-breaker with its own closing mechanism. In the case of circuit-breakers fitted with electrical or pneumatic closing devices, these devices shall be supplied at their rated control supply voltage or at their rated pressure and the tests shall be so carried out that the temperature rises of the electrical components do not exceed the values indicated in Tables IV and V.

In the case of manually operated circuit-breakers, they shall be operated as in normal use.

8.2.6.5 *Condition of the circuit-breaker after tests*

After the tests made in accordance with Clauses 8.2.6.2, 8.2.6.3 and 8.2.6.4, the circuit-breaker shall be capable, without maintenance, of withstanding a voltage equal to twice its rated insulation voltage, and of making and breaking its rated thermal current at its rated operational voltage.

Circuit-breakers of short-circuit performance category P-1, if fitted with direct over-current releases, shall comply with the specified maximum tripping time requirements of Clause 7.7.2.3, the values of the test current being increased by 10% for the purpose of this check test.

Circuit-breakers of short-circuit performance category P-2, if fitted with direct over-current releases, shall comply with the over-current calibration requirements of Clause 7.7.2.3.

8.2.7 *Verification of overload performance*

The circuit-breaker condition and method of installation shall be as specified in Clause 8.2.2.2.

The circuit-breaker shall be capable of carrying out the required number of operating cycles laid down in Clause 7.6.

If test conditions at the testing station do not permit testing at the specified operating frequency, a slower frequency may be used, but details shall be stated in the test report.

Les valeurs des grandeurs électriques et les caractéristiques du circuit doivent être les suivantes:

	Courant alternatif	Courant continu
Courant	$6 I_{th}$	$2,5 I_{th}$
Tension	$1,1 U_{em}$	$1,1 U_{em}$
Facteur de puissance $\cos \varphi$	$0,5 \pm 0,05$	—
Constante de temps L/R (ms)	—	$2,5 \pm 15 \%$
I_{th} Courant thermique assigné du disjoncteur ; U_{em} Tension d'emploi assignée maximale du disjoncteur.		

Les essais sur les disjoncteurs prévus pour le courant alternatif doivent être effectués à une fréquence comprise entre 45 et 62 Hz.

Le courant présumé de court-circuit au point de raccordement aux bornes amont du disjoncteur doit être au moins égal à la plus petite des deux valeurs suivantes, soit 10 fois la valeur du courant d'essai, soit 50 kA.

La résistance et l'inductance du circuit d'essai doivent être réglables pour satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les inductances doivent être sans fer. Elles doivent toujours être placées en série avec les résistances et leur valeur doit être obtenue par le couplage en série d'inductances élémentaires; le couplage en parallèle d'inductances est admis lorsque ces inductances ont pratiquement la même constante de temps.

La réactance sans fer dans chaque phase doit être shuntée par une résistance absorbant environ 0,6% du courant traversant la réactance, à moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

Note. — L'influence de la tension transitoire de rétablissement est à l'étude.

Il doit y avoir un point et un seul du circuit d'essai raccordé directement à la terre; ce peut être le point neutre en aval ou le point neutre de la source ou tout autre point convenable, mais la manière dont est effectuée la mise à la terre doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

Dans le cas de disjoncteurs munis d'un dispositif électrique ou pneumatique, ce dispositif doit être alimenté à sa tension d'alimentation de commande assignée ou à sa pression assignée.

A la suite des essais, toutes les parties, y compris les contacts, doivent être dans un état satisfaisant et ne doivent pas présenter de signes d'usure excessive. Les divers organes mécaniques ne doivent pas présenter de déformations permanentes. Quelle que soit sa catégorie de performance en court-circuit, le disjoncteur doit répondre aux prescriptions de l'article 8.2.4.10.2.

8.2.8

Vérification des limites de fonctionnement et des caractéristiques des déclencheurs d'ouverture à maximum de courant

La température de l'air ambiant doit être mesurée comme lors des essais d'échauffement (voir article 8.2.2.1).

Quand le déclencheur d'ouverture à maximum de courant est normalement monté comme partie intégrante du disjoncteur, il doit être vérifié dans le disjoncteur correspondant.

Le déclencheur séparé, s'il y a lieu, ou le disjoncteur complet doit être monté approximativement comme dans les conditions habituelles de service et il doit être protégé contre des échauffements ou des refroidissements anormaux dus à des causes extérieures.

The values of the electrical quantities and the characteristics of the circuit shall be as follows:

	a.c.	d.c.
Current	$6 I_{th}$	$2.5 I_{th}$
Voltage	$1.1 U_{em}$	$1.1 U_{em}$
Power-factor $\cos \varphi$	0.5 ± 0.05	—
Time-constant L/R (ms)	—	$2.5 \pm 15 \%$
I_{th} Rated thermal current of the circuit-breaker; U_{em} Maximum rated operational voltage of the circuit-breaker.		

Tests on a.c. rated circuit-breakers shall be made at a frequency of between 45 and 62 Hz.

The prospective short-circuit current at the point of connection to the supply terminals of the circuit-breaker shall be at least ten times the value of the test current, or at least 50 kA, whichever is the lower.

The resistance and reactance of the test circuit shall be adjustable to satisfy the specified test conditions. The reactors shall be air-cored. They shall always be connected in series with the resistors, and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors; parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

The air-cored reactor in any phase shall be shunted by a resistor taking approximately 0.6% of the current through the reactor, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

Note. — The influence of the transient recovery voltage is under consideration.

There shall be one and only one point of the test circuit which is directly earthed; this may be the neutral point on the load side or of the supply or any other convenient point, but the method of earthing shall be stated in the test report.

In the case of circuit-breakers fitted with electrical or pneumatic devices, these devices shall be supplied at their rated control supply voltage or at their rated pressure.

Following the tests, all the components, including the contacts, shall be in satisfactory condition and shall not show signs of excessive wear. The different mechanical parts shall not be permanently deformed. Irrespective of its short-circuit performance category, the circuit-breaker shall comply with the requirements of Clause 8.2.4.10.2.

8.2.8 Verification of operating limits and characteristics of over-current opening releases

The ambient air temperature shall be measured as for the temperature-rise tests (see Clause 8.2.2.1).

When the over-current opening release is normally a built-in part of the circuit-breaker, it shall be verified inside the corresponding circuit-breaker.

The separate release, if appropriate, or the complete circuit-breaker shall be mounted approximately as under usual service conditions, and shall be protected against undue external heating or cooling.

Les connexions du déclencheur séparé, s'il y a lieu, ou du disjoncteur complet doivent être réalisées de la même façon que pour le service habituel, en employant des conducteurs dont les sections sont choisies en fonction du courant de réglage du déclencheur selon la correspondance donnée dans les tableaux IX et X entre sections et valeurs du courant thermique assigné.

Les courants d'essai seront utilisés comme suit:

a) *Vérification du non-déclenchement*

Cette vérification est effectuée dans les conditions prévues à l'article 8.2.8.1 ou à l'article 8.2.8.2.1 selon les déclencheurs, le courant étant maintenu:

- pendant 0,2 s dans le cas de déclencheurs instantanés;
- pendant un temps égal à 2 fois le retard fixé par le constructeur dans le cas de déclencheurs à retard indépendant.

b) *Vérification du déclenchement*

Cette vérification est effectuée dans les conditions prévues à l'article 8.2.8.1 ou à l'article 8.2.8.2.1 selon les déclencheurs, mais avec une valeur de courant égale à $1,2 I_r$ ou à $1,1 I_r$ selon le type des déclencheurs, le courant pouvant être maintenu:

- pendant 0,2 s dans le cas de déclencheurs instantanés;
- pendant un temps égal à 2 fois le retard fixé par le constructeur dans le cas de déclencheurs à retard indépendant.

8.2.8.1 *Ouverture dans des conditions de court-circuit*

Le fonctionnement des déclencheurs d'ouverture prévus pour la protection contre les courts-circuits doit être vérifié à 80% et à 120% du courant de réglage de court-circuit du déclencheur. Le courant d'essai ne doit pas présenter d'asymétrie. Pour une valeur du courant d'essai égale à 80% du courant de réglage de court-circuit, le déclencheur ne doit pas fonctionner; pour une valeur du courant d'essai égale à 120% du courant de réglage de court-circuit, le déclencheur doit fonctionner.

Le fonctionnement des déclencheurs d'ouverture multipolaires doit être vérifié en faisant parcourir deux pôles en série par le courant d'essai.

8.2.8.2 *Ouverture dans des conditions de surcharge*

8.2.8.2.1 *Fonctionnement instantané ou à retard indépendant*

Le fonctionnement des déclencheurs d'ouverture à maximum de courant instantanés ou à retard indépendant prévus pour la protection contre les surcharges doit être vérifié à 90% et à 110% du courant de réglage de surcharge du déclencheur. Le courant d'essai ne doit pas présenter d'asymétrie. Pour une valeur du courant d'essai égale à 90% du courant de réglage de surcharge, le déclencheur ne doit pas fonctionner; pour une valeur du courant d'essai égale à 110% du courant de réglage de surcharge, le temps de déclenchement doit être inférieur ou égal à la valeur maximale fixée par le constructeur.

Le fonctionnement des déclencheurs d'ouverture multipolaires doit être vérifié en faisant parcourir simultanément tous les pôles par le courant d'essai.

8.2.8.2.2 *Fonctionnement à temps inverse*

Les caractéristiques de fonctionnement des déclencheurs à maximum de courant à temps inverse doivent être vérifiées selon les prescriptions de l'article 7.7.2.3.2.2.

Un essai supplémentaire, à une valeur de courant devant faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, doit être effectué en vue de vérifier que les caractéristiques temps-courant du déclencheur d'ouverture à maximum de courant correspondent (dans les

The connections of the separate release, if appropriate, or of the complete circuit-breaker shall be made as for the usual service, with conductors the cross-sections of which are chosen as a function of the release current setting according to the co-relation given in Tables IX and X between the cross-sections and the values of rated thermal current.

The test currents shall be applied as follows:

a) Verification of non-tripping

This verification is made under the conditions laid down in Clause 8.2.8.1 or in Clause 8.2.8.2.1 according to the releases; the current is maintained:

- for 0.2 s in the case of instantaneous releases;
- for an interval of time equal to twice the time delay stated by the manufacturer, in the case of definite time-delay releases.

b) Verification of tripping

This verification is made under the conditions laid down in Clause 8.2.8.1 or in Clause 8.2.8.2.1 according to the releases, but with a current value equal to $1.2 I_r$ or $1.1 I_r$, depending on the type of the releases; the current may be maintained:

- for 0.2 s in the case of instantaneous releases;
- for an interval of time equal to twice the time delay stated by the manufacturer, in the case of definite time-delay releases.

8.2.8.1 *Opening under short-circuit conditions*

The operation of opening releases intended for protection against short-circuits shall be verified at 80% and 120% of the short-circuit current setting of the release. The test current shall have no asymmetry. At a test current having a value equal to 80% of the short-circuit current setting, the release shall not operate; at a test current having a value equal to 120% of the short-circuit current setting, the release shall operate.

The operation of multipole opening releases shall be verified by loading two poles in series with the test current.

8.2.8.2 *Opening under overload conditions*

8.2.8.2.1 *Instantaneous or definite time-delay operation*

The operation of instantaneous or definite time-delay over-current opening releases intended for protection against overloads shall be verified at 90% and 110% of the overload current setting of the release. The test current shall have no asymmetry. At a test current having a value equal to 90% of the overload current setting, the release shall not operate; at a test current having a value equal to 110% of the overload current setting, the tripping time shall be less than or equal to the maximum value stated by the manufacturer.

The operation of multipole opening releases shall be verified with all poles loaded simultaneously with the test current.

8.2.8.2.2 *Inverse time-delay operation*

The operating characteristics of inverse time-delay over-current releases shall be verified in accordance with the performance requirements of Clause 7.7.2.3.2.2.

An additional test, at a current value to be agreed between manufacturer and user, shall be made to verify that the time-current characteristics of the over-current opening release conform (within stated tolerances) to the curves provided by the manufacturer. During this

limites des tolérances indiquées) aux courbes fournies par le constructeur. Lors de cet essai, le déclencheur sera alimenté sur tous ses pôles. Si un essai est effectué à une température de l'air ambiant différente de celle prévue (voir article 7.7.2.3.2.2), il y aura lieu de faire une correction.

Pour les déclencheurs non compensés pour la température de l'air ambiant, on doit vérifier à $+ 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+ 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ l'influence de la température de l'air ambiant sur les caractéristiques de fonctionnement (voir articles 4.5.3 et 7.7.2.3.2.2).

8.2.8.3 *Vérification du fonctionnement des déclencheurs à retard indépendant*

8.2.8.3.1 *Vérification du retard*

Cette vérification est effectuée pour une valeur de courant égale à 1,5 fois le courant de réglage:

- tous les pôles étant chargés, dans le cas de déclencheurs prévus pour la protection contre les surcharges;
- deux pôles étant parcourus en série par le courant d'essai, dans le cas de déclencheurs prévus pour la protection contre les courts-circuits.

La valeur mesurée doit se trouver entre les limites fixées par le constructeur.

8.2.8.3.2 *Vérification de la durée de non-déclenchement*

Cette vérification se fait dans les mêmes conditions que pour la vérification du retard (voir article 8.2.8.3.1).

Le courant est d'abord maintenu pendant un intervalle de temps égal à la durée de non-déclenchement fixée par le constructeur; puis, le courant est réduit au courant thermique assigné et il est maintenu à cette valeur pendant un intervalle de temps égal au double du retard fixé par le constructeur. Le disjoncteur ne doit pas déclencher.

8.3 *Essais individuels*

8.3.1 *Essais de fonctionnement mécanique*

Les disjoncteurs de catégorie de performance en court-circuit P-2 et, s'il y a lieu, les disjoncteurs de catégorie de performance en court-circuit P-1 doivent être soumis aux essais suivants:

- A. Au maximum de la tension d'alimentation de commande et/ou de la pression d'alimentation spécifiées:
5 manœuvres de fermeture et 5 manœuvres d'ouverture.
- B. Au minimum de la tension d'alimentation de commande et/ou de la pression d'alimentation spécifiées:
5 manœuvres de fermeture et 5 manœuvres d'ouverture.
- C. A la tension d'alimentation de commande et/ou la pression d'alimentation nominales spécifiées:
 - 1) 5 manœuvres de déclenchement libre,
 - 2) pour les disjoncteurs à refermeture automatique, 5 manœuvres de refermeture automatique.
- D. Pour les disjoncteurs manœuvrés à la main:
5 manœuvres de fermeture et 5 manœuvres d'ouverture.

Les essais doivent être effectués sans que le circuit principal soit parcouru par du courant, sauf si cela est nécessaire pour le fonctionnement des déclencheurs.

Au cours des essais individuels, aucun réglage ne doit être effectué et le fonctionnement doit être satisfaisant.

test, the release shall be loaded on all its poles. If a test is made at an ambient air temperature different from the one stated (see Clause 7.7.2.3.2.2), a correction shall be made.

The influence of ambient air temperature on the operating characteristics shall be verified at + 20 °C and + 40 °C for releases which are not compensated for ambient air temperature (see Clauses 4.5.3 and 7.7.2.3.2.2).

8.2.8.3 *Verification of operation of definite time-delay releases*

8.2.8.3.1 *Verification of time delay*

This verification is made for a current value equal to 1.5 times the current setting:

- with all the poles loaded, in the case of releases intended for protection against overloads;
- with two poles in series carrying the test current, in the case of releases intended for protection against short-circuits.

The value measured shall be between the limits stated by the manufacturer.

8.2.8.3.2 *Verification of non-tripping duration*

This verification is made under the same conditions as for the verification of the time delay (see Clause 8.2.8.3.1).

Firstly, the current is maintained for a time interval equal to the non-tripping duration stated by the manufacturer; then, the current is reduced to the rated thermal current and maintained at this value for twice the time delay stated by the manufacturer. The circuit-breaker shall not trip.

8.3 *Routine tests*

8.3.1 *Mechanical operation tests*

The following tests shall be applied to P-2 circuit-breakers and, where applicable, to P-1 circuit-breakers:

A. At the maximum control supply voltage and/or pressure specified:

5 closing operations and 5 opening operations.

B. At the minimum control supply voltage and/or pressure specified:

5 closing operations and 5 opening operations.

C. At the rated control supply voltage and/or pressure specified:

- 1) 5 trip-free operations,
- 2) for automatic reclosing circuit-breakers, 5 automatic reclosing operations.

D. Manually operated circuit-breakers:

5 closing operations and 5 opening operations.

The tests shall be carried out without current in the main circuit, except when necessary for the operation of releases.

During the routine tests, no adjustment shall be made and the operation shall be satisfactory.

A la suite de ces essais, on doit examiner le disjoncteur pour s'assurer qu'aucune de ses parties n'a été endommagée et que toutes sont en état de fonctionnement satisfaisant.

8.3.2 *Étalonnage des déclencheurs*

Le cas échéant, des essais de vérification de l'étalonnage des déclencheurs doivent être effectués sur:

- les déclencheurs à maximum de courant;
- les déclencheurs à minimum de tension;
- tous autres déclencheurs.

Dans le cas de déclencheurs à maximum de courant, l'essai peut être un seul essai effectué à un multiple du courant de réglage en vue de vérifier que la durée de déclenchement correspond (compte tenu des tolérances) aux courbes fournies par le constructeur.

8.3.3 *Essais diélectriques*

Les essais doivent être effectués sur des disjoncteurs à l'état propre et sec.

La valeur de la tension d'essai doit être conforme aux prescriptions de l'article 8.2.3.3.

La durée de chaque essai peut être réduite à une seconde.

La tension d'essai doit être appliquée dans les conditions suivantes.

- a) entre les pôles, le disjoncteur étant fermé;
- b) entre les pôles et le bâti, le disjoncteur étant fermé;
- c) entre les bornes de chaque pôle, le disjoncteur étant ouvert;
- d) aux circuits de commande et aux circuits auxiliaires, comme indiqué à l'article 8.2.3.2.2.

L'usage d'une feuille métallique, mentionné à l'article 8.2.3.1, n'est pas nécessaire.

9. **Prescriptions supplémentaires concernant les disjoncteurs à fusibles incorporés**

Le présent article traite des prescriptions supplémentaires concernant les disjoncteurs à fusibles incorporés (voir article 2.1.5), qui sont à utiliser aux emplacements où le pouvoir de coupure du disjoncteur lui-même est insuffisant.

9.1 *Objet*

L'objet du présent article est de spécifier:

- les prescriptions générales relatives à la coordination du disjoncteur et de ses coupe-circuit à fusibles;
- les types et les caractéristiques des appareils coordonnés formant un disjoncteur à fusibles incorporés;
- les essais destinés à vérifier que les conditions de la coordination ont été remplies.

9.2 *Prescriptions générales relatives à la coordination du disjoncteur et de ses coupe-circuit à fusibles*

9.2.1 *Comportement du disjoncteur seul*

Tout disjoncteur incorporé dans un combiné, formant ainsi un disjoncteur à fusibles incorporés, doit lui-même répondre à toutes les prescriptions de la présente publication pour toute valeur de courant inférieure ou égale au pouvoir de coupure assigné qui lui a été assigné lorsqu'il fonctionne isolément.

Le disjoncteur doit être seul à fonctionner, sans provoquer la fusion de fusibles, pour toute valeur de surintensité n'excédant pas une limite fixée par le constructeur.

9.2.2 *Comportement du combiné*

Pour toutes les surintensités inférieures ou égales au pouvoir de coupure fixé pour le combiné:

Following these tests, the circuit-breaker shall be examined to ascertain whether any of its components have been damaged and that all parts are in satisfactory operating condition.

8.3.2 *Calibration of releases*

If applicable, tests for the verification of the calibration of releases shall be carried out on:

- over-current releases;
- under-voltage releases;
- any other releases.

In the case of over-current releases, the test may be a single test at a multiple of the current setting, to check that the tripping time conforms (within tolerances) to the curves provided by the manufacturer.

8.3.3 *Dielectric tests*

The tests shall be performed on clean and dry circuit-breakers.

The value of the test voltage shall be in accordance with Clause 8.2.3.3.

The duration of each test may be reduced to one second.

The test voltage shall be applied as follows:

- a) between poles with the circuit-breaker closed;
- b) between poles and frame with the circuit-breaker closed;
- c) across the terminals of each pole with the circuit-breaker open;
- d) to the control and auxiliary circuits, as mentioned in Clause 8.2.3.2.2.

The use of metal foil, as specified in Clause 8.2.3.1, is unnecessary.

9. **Additional requirements for integrally-fused circuit-breakers**

This clause deals with additional requirements for integrally-fused circuit-breakers (see Clause 2.1.5) to be used in locations where the breaking capacity of the circuit-breaker itself is not sufficient.

9.1 *Object*

The object of this clause is to specify:

- the general requirements for the co-ordination of the circuit-breaker with its fuses;
- the types and the characteristics of the co-ordinated devices forming an integrally-fused circuit-breaker;
- the tests intended to verify that the conditions for co-ordination have been met.

9.2 *General requirements for co-ordination of the circuit-breaker with its fuses*

9.2.1 *Behaviour of circuit-breaker alone*

Any circuit-breaker incorporated into a composite unit, so forming an integrally-fused circuit-breaker, shall itself comply with this publication in all respects up to the rated breaking capacity assigned to it when operating alone.

The circuit-breaker shall operate alone, without causing fuses to operate, at the occurrence of over-currents not exceeding a limiting value stated by the manufacturer.

9.2.2 *Behaviour of the composite unit*

For all over-currents up to and including the breaking capacity assigned to the composite unit:

- a) la manœuvre d'établissement ainsi que la manœuvre de coupure du combiné ne doivent pas donner lieu à des manifestations extérieures (telles que l'émission de flammes) s'étendant au-delà du périmètre de sécurité indiqué par le constructeur (voir article 8.2.4.9);
- b) il ne doit y avoir d'amorçage ni entre pôles ni entre pôles et châssis; il ne doit pas y avoir de soudure de contacts;
- c) en cas de fonctionnement d'un ou de plusieurs coupe-circuit à fusibles, le disjoncteur doit s'ouvrir (pour éviter une alimentation sur une seule phase). Si le constructeur a indiqué que le disjoncteur est à fermeture empêchée (voir article 2.4.9), il ne doit pas être possible de refermer le disjoncteur tant que n'auront pas été remplacés soit les éléments de remplacement fondus soit tout élément de remplacement manquant.

9.3 *Type et caractéristiques des coupe-circuit à fusibles coordonnés*

Le constructeur de disjoncteurs à fusibles incorporés doit indiquer le type précis et les caractéristiques des coupe-circuit à fusibles à utiliser dans le combiné ainsi que le courant présumé de court-circuit maximal pour lequel le combiné est approprié, sous la tension nominale d'emploi indiquée (ou, s'il y a lieu, sous les tensions nominales d'emploi indiquées).

Il est recommandé que, en ce qui concerne les performances en court-circuit, les coupe-circuit à fusibles répondent aux Publications correspondantes de la CEI, telles que: Publications 269-1, 269-2 et 269-3 « Coupe-circuit à basse tension à haut pouvoir de coupure pour usages industriels et analogues. Première partie: Règles générales. Deuxième partie: Recommandation supplémentaire pour les coupe-circuit pour usages industriels. Troisième partie: Recommandation supplémentaire pour les coupe-circuit pour usages domestiques et analogues de courant nominal au plus égal à 100 A en courant alternatif ».

9.4 *Caractéristiques des disjoncteurs à fusibles incorporés*

Ce type de combiné doit être considéré comme un appareil différent du disjoncteur qui en fait partie et l'ensemble de ses caractéristiques peut différer des caractéristiques du disjoncteur lui-même. La totalité de la présente publication s'applique à ce nouvel appareil (c'est-à-dire au disjoncteur à fusibles incorporés), sauf en ce qui concerne les essais en court-circuit.

9.5 *Vérification des prescriptions relatives à la coordination*

9.5.1 *Vérification du courant d'intersection*

La conformité aux prescriptions de l'article 9.2.1 doit être vérifiée par examen des caractéristiques du disjoncteur et des coupe-circuit à fusibles (voir figures 7 et 8, page 112).

Si le disjoncteur est équipé de déclencheurs à maximum de courant réglables, c'est la durée totale de coupure au courant de réglage minimal dont on doit tenir compte.

Pour les coupe-circuit à fusibles, on devra prendre en considération la courbe de surintensité des coupe-circuit à fusibles d'accompagnement, ou l'aptitude des coupe-circuit à fusibles à usage général à supporter les surintensités, calculée d'après la courbe de pré-arc (voir Publication 269-1 de la CEI: Coupe-circuit à basse tension à haut pouvoir de coupure pour usages industriels et analogues, Première partie: Règles générales).

I_B est le courant d'intersection de la durée de coupure maximale (durée de fonctionnement) du coupe-circuit à fusibles et de la durée de coupure minimale du disjoncteur seul correspondant aux conditions de la durée d'ouverture minimale. I_B est la valeur de courant la plus faible pour laquelle les coupe-circuit à fusibles interrompent certainement le courant avant le disjoncteur; I_B doit être inférieur au pouvoir de coupure du disjoncteur seul.

Note. — En toute rigueur, la superposition de la caractéristique temps-courant d'un appareil, pour laquelle l'abscisse représente le courant présumé, et de la caractéristique temps-courant d'un autre appareil, pour laquelle l'abscisse représente aussi le courant présumé, ne peut se faire quand on a en vue le comportement de ces appareils fonctionnant en série étant donné que l'impédance des appareils

- a) The making operation as well as the breaking operation of the unit shall not give rise to external manifestations (such as projection of flames) extended beyond the safety perimeter stated by the manufacturer (see Clause 8.2.4.9).
- b) There shall be no flashover between poles or between poles and frame, nor welding of contacts.
- c) When one or more fuses operate, the circuit-breaker shall open (in order to prevent single-phasing). If the circuit-breaker is stated by the manufacturer to be with lock-out preventing closing (see Clause 2.4.9), it shall not be possible to reclose the circuit-breaker until either the melted fuse-links or any missing fuse-links have been replaced.

9.3 *Type and characteristics of the co-ordinated fuses*

The manufacturer of integrally-fused circuit-breakers shall state the precise type and the characteristics of the fuses to be used within the unit, and the maximum prospective short-circuit current for which the unit is suitable, at the stated rated operational voltage (or voltages, as the case may be).

It is recommended that, as far as the short-circuit performances are concerned, the fuses comply with the relevant IEC publications such as: Publications 269-1, 269-2 and 269-3: Low-voltage Fuses with High Breaking Capacity for Industrial and Similar Purposes. Part 1: General requirements. Part 2: Supplementary recommendation for industrial fuses. Part 3: Supplementary recommendation for fuses for domestic and similar applications with rated currents not exceeding 100 A a.c.

9.4 *Characteristics of integrally-fused circuit-breakers*

This type of composite unit shall be considered as a device different from the circuit-breaker it incorporates, with a set of characteristics which may differ from the characteristics of the circuit-breaker itself. The whole of this publication applies to that new device (i.e. the integrally-fused circuit-breaker), except for the short-circuit tests.

9.5 *Verification of the requirements for co-ordination*

9.5.1 *Verification of the take-over current*

Compliance with the requirements of Clause 9.2.1 shall be verified by considering the characteristics of the circuit-breaker and of the fuses (see Figures 7 and 8, page 113).

If the circuit-breaker is fitted with adjustable over-current releases, the total break-time shall be considered at the minimum setting current.

For fuses, the over-current curve of back-up type fuses, or the over-current ability of fuses for general purposes calculated from the pre-arcing curve, shall be considered (see IEC Publication 269-1, Low-voltage Fuses with High Breaking Capacity for Industrial and Similar Purposes. Part 1: General requirements).

I_B is the take-over current corresponding to the maximum break-time (operating time) of the fuse and to the minimum break-time of the circuit-breaker alone for the conditions of its minimum opening time. I_B is the lowest current value for which the fuses will certainly interrupt the current before the circuit-breaker; I_B shall be less than the breaking capacity of the circuit-breaker alone.

Note. — Strictly speaking, the superposition of the time-current characteristic of one device, having the prospective current as abscissa, with the time-current characteristic of another device, having also the prospective current as abscissa, is not correct when reference has to be made to the behaviour of these two devices operating in series, since the impedance of the devices is not always negligible.

n'est pas toujours négligeable. Il est recommandé de tenir compte de ce fait.
Pour des suintensités élevées, il est recommandé de comparer les intégrales de Joulé au lieu des durées.

9.5.2 Vérification du comportement du combiné

La conformité aux prescriptions de l'article 9.2.2 doit être vérifiée par des essais en court-circuit effectués à différents courants d'essais, toutes les conditions d'essai étant celles spécifiées à l'article 8.2 de la présente publication. Les résistances et réactances réglables sont placées:

- en amont du disjoncteur à fusibles incorporés en ce qui concerne la seule partie correspondant au pouvoir de coupure assigné en court-circuit fixé pour l'appareil en essai;
- en amont ou en aval du disjoncteur pour la partie restante, correspondant à des courants d'essais réduits.

Note. — Il est supposé que le pouvoir de coupure en court-circuit du disjoncteur seul a déjà fait l'objet d'un essai.

9.5.3 Courants d'essais

On utilisera les courants d'essais suivants, associés à une tension d'emploi indiquée:

- a) I_A : pouvoir de coupure en court-circuit fixé pour le disjoncteur à fusibles incorporés.
- b) Le pouvoir de coupure assigné en court-circuit du disjoncteur seul.

9.5.4 Modalités d'essai

- a) L'ordre de succession des essais sera le suivant:

Ordre de succession des essais	Articles applicables aux disjoncteurs de catégories de performance en court-circuit	
	P-1	P-2
Essai en court-circuit au courant I_A (note 1)	O - t (*) - CO 8.2.4	O - t (*) - CO - t (*) - CO 8.2.4
Essai d'étalonnage (note 2)	8.2.8	8.2.8
Essai diélectrique sous tension réduite (note 3)	8.2.3	8.2.3
Essai d'échauffement	8.2.4.10.1 a)	8.2.4.10.2 a)
1) Après chaque essai, tous les éléments de remplacement doivent être remplacés. 2) Avec des nouveaux éléments de remplacement. 3) L'essai est limité au circuit principal, la valeur de la tension d'essai étant égale à deux fois la valeur de la tension d'isolement assignée. *) L'intervalle de temps t peut être supérieur à la limite spécifiée à l'article 8.2.4.3, afin de permettre de remplacer les éléments de remplacement. L'intervalle de temps réel doit être mentionné dans le compte rendu d'essai.		

- b) Un essai sera effectué sur le combiné au pouvoir de coupure assigné en court-circuit du disjoncteur seul; il doit être effectué avec un disjoncteur neuf, à moins de consentement contraire du constructeur. Cet essai consiste en un seul cycle de manœuvres CO; au cours de cet essai, un coupe-circuit à fusibles au moins doit fonctionner.