

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 408

Première édition — First edition

1972

**Interrupteurs à basse tension dans l'air,
sectionneurs à basse tension dans l'air, interrupteurs-sectionneurs
à basse tension dans l'air et combinés à fusibles à basse tension**

**Low-voltage air-break switches, air-break disconnectors,
air-break switch-disconnectors and fuse-combination units**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60408:1972

Withdrawn

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 408

Première édition — First edition

1972

**Interrupteurs à basse tension dans l'air,
sectionneurs à basse tension dans l'air, interrupteurs-sectionneurs
à basse tension dans l'air et combinés à fusibles à basse tension**

**Low-voltage air-break switches, air-break disconnectors,
air-break switch-disconnectors and fuse-combination units**



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
3. CLASSIFICATION	14
4. CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIEL	16
4.1 Enumération des caractéristiques	16
4.2 Type du matériel	16
4.3 Grandeurs nominales	16
4.4 Circuits auxiliaires	26
5. MARQUES	28
6. CONDITIONS NORMALES DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE	28
6.1 Conditions normales de service	28
7. CONDITIONS NORMALES DE CONSTRUCTION	30
7.1 Réalisation mécanique	30
7.2 Enveloppes	32
7.3 Echauffement	32
7.4 Qualités diélectriques	32
7.5 Conditions de fonctionnement	32
7.6 Prescriptions supplémentaires de sécurité pour les sectionneurs et les interrupteurs-sectionneurs	32
8. ESSAIS	34
8.1 Vérification des caractéristiques d'un matériel	34
8.2 Essais de type	38
8.3 Essais individuels	64
ANNEXE A — Indications à fournir par l'utilisateur quand les conditions de fonctionnement en service diffèrent des conditions normales	66
ANNEXE B — Distances d'isolement et lignes de fuite	68
ANNEXE C — Matériel pour la commande directe d'un seul moteur	70
FIGURES 1, 2 et 3	82-84

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. GENERAL	7
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
2. DEFINITIONS	7
3. CLASSIFICATION	15
4. CHARACTERISTICS OF EQUIPMENT	17
4.1 Summary of characteristics	17
4.2 Type of equipment	17
4.3 Rated quantities	17
4.4 Auxiliary circuits	27
5. MARKINGS	29
6. STANDARD CONDITIONS FOR OPERATION IN SERVICE	29
6.1 Normal service conditions	29
7. STANDARD CONDITIONS FOR CONSTRUCTION	31
7.1 Mechanical design	31
7.2 Enclosures	33
7.3 Temperature rise	33
7.4 Dielectric properties	33
7.5 Operating conditions	33
7.6 Additional safety requirements for disconnectors and switch-disconnectors	33
8. TESTS	35
8.1 Verification of the characteristics of equipments	35
8.2 Type tests	39
8.3 Routine tests	65
APPENDIX A — Information to be given by the user when conditions for operation in service differ from the standard	67
APPENDIX B — Clearances and creepage distances	69
APPENDIX C — Equipment for direct switching of individual motors	71
FIGURES 1, 2 and 3	82-84



COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INTERRUPTEURS À BASSE TENSION DANS L'AIR, SECTIONNEURS
À BASSE TENSION DANS L'AIR, INTERRUPTEURS-SECTIONNEURS
À BASSE TENSION DANS L'AIR ET COMBINÉS À FUSIBLES
À BASSE TENSION**

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.

Les travaux furent entrepris en janvier 1969; deux autres projets furent élaborés en octobre 1969 et en novembre 1970. A la suite de la réunion tenue à Bruxelles en 1971, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1971.

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

Afrique du Sud	Pays-Bas
Allemagne	Pologne
Australie	Portugal
Autriche	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Japon	Yougoslavie
Norvège	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LOW-VOLTAGE AIR-BREAK SWITCHES,
AIR-BREAK DISCONNECTORS, AIR-BREAK SWITCH-DISCONNECTORS
AND FUSE-COMBINATION UNITS**

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.

Work was commenced in January 1969; two other drafts were elaborated in October 1969 and November 1970. As a result of the meeting held in Brussels in 1971, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Poland
Austria	Portugal
Belgium	Romania
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America
Norway	Yugoslavia

INTERRUPTEURS À BASSE TENSION DANS L'AIR, SECTIONNEURS À BASSE TENSION DANS L'AIR, INTERRUPTEURS-SECTIONNEURS À BASSE TENSION DANS L'AIR ET COMBINÉS À FUSIBLES À BASSE TENSION

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente recommandation est applicable à l'appareillage suivant: interrupteurs dans l'air, sectionneurs dans l'air, interrupteurs-sectionneurs dans l'air et combinés à fusibles, destiné à être inséré dans des circuits de distribution et des circuits de moteurs dont la tension nominale est inférieure ou égale à 1 000 V en courant alternatif ou à 1 200 V en courant continu.

Notes 1. — Selon sa conception, un interrupteur (ou sectionneur) peut être appelé « interrupteur (sectionneur) rotatif », « interrupteur (sectionneur) à came », « interrupteur (sectionneur) à couteaux », etc.

2. — S'ils ne sont pas manœuvrés à la main, les interrupteurs et les sectionneurs peuvent avoir à répondre à des prescriptions supplémentaires.

Tous les coupe-circuit incorporés doivent répondre aux prescriptions contenues dans les recommandations correspondantes de la CEI relatives aux coupe-circuit à fusibles.

Cette recommandation n'est pas applicable au matériel faisant partie du domaine d'application de la Publication 157-1 de la CEI: « Disjoncteurs », de la Publication 158-1 de la CEI: « Contacteurs », de la Publication 292-1 de la CEI: « Démarreurs » et de la Publication 337-1 de la CEI: « Auxiliaires de commande », cependant, quand les interrupteurs et les combinés à fusibles faisant partie du domaine d'application de la présente recommandation sont normalement utilisés pour assurer le démarrage, l'accélération et/ou l'arrêt d'un moteur, ils doivent aussi répondre aux prescriptions supplémentaires figurant à l'annexe C.

La présente recommandation ne contient pas les prescriptions supplémentaires nécessaires au matériel électrique pour atmosphères explosives.

Notes 3. — Dans la présente recommandation, la dénomination « interrupteurs » s'applique aussi aux appareils appelés en français « commutateurs », destinés à modifier les connexions de plusieurs circuits et, notamment, à substituer une portion de circuit à une autre.

4. — De façon générale, dans le reste de la présente recommandation, les interrupteurs, les sectionneurs, les interrupteurs-sectionneurs et les combinés à fusibles seront appelés « matériel ».

1.2 *Objet*

La présente recommandation a pour objet de fixer:

- 1) Les caractéristiques du matériel.
- 2) Les conditions auxquelles doit répondre le matériel relativement:
 - a) au fonctionnement et au comportement en service normal;
 - b) au fonctionnement et au comportement en cas de conditions anormales spécifiées, par exemple en cas de court-circuit;
 - c) aux 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 le matériel.

2. Définitions

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

LOW-VOLTAGE AIR-BREAK SWITCHES, AIR-BREAK DISCONNECTORS, AIR-BREAK SWITCH-DISCONNECTORS AND FUSE-COMBINATION UNITS

1. General

1.1 Scope

This Recommendation applies to air-break switches, air-break disconnectors, air-break switch-disconnectors and fuse-combination units to be used in distribution circuits and motor circuits the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 200 V d.c.

Notes 1. — Depending on its design, a switch (or disconnector) can be referred to as “rotary switch (disconnector)”, “cam-operated switch (disconnector)”, “knife-switch (disconnector)”, etc.

2. — If they are not manually operated, switches and disconnectors may have to comply with additional requirements.

Any fuses incorporated shall conform to the requirements laid down in the relevant IEC fuse Recommendations.

This Recommendation does not apply to equipment coming within the scope of IEC Publication 157-1 “Circuit-breakers”, IEC Publication 158-1 “Contactors”, IEC Publication 292-1 “Motor starters” and IEC Publication 337-1 “Control switches”: however, when switches and fuse-combination units coming into the scope of this Recommendation are normally used to start, accelerate and/or stop a motor, they shall also comply with the additional requirements given in Appendix C.

This Recommendation does not include the additional requirements necessary for electrical apparatus for explosive gas atmospheres.

Notes 3. — In this Recommendation, the word “switch” also applies to the apparatus referred to in French as “commutateurs”, intended to modify the connections between several circuits, and inter alia to substitute a part of a circuit for another.

4. — As a general rule, in the rest of this Recommendation, switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units will be referred to as “equipment”.

1.2 Object

The object of this Recommendation is to state:

- 1) the characteristics of the equipment;
- 2) the conditions with which the equipment must comply with reference to:
 - a) operation and behaviour in normal service,
 - b) operation and behaviour in case of specified abnormal conditions, e.g. short-circuit;
 - c) 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 equipment.

2. Definitions

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

2.1 *Appareils*

2.1.1 *Appareil de connexion*

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

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 *Interrupteur (mécanique)*

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

Note. — Un interrupteur peut aussi être capable d'établir mais non d'interrompre des courants de court-circuit.

2.1.4 *Sectionneur*

Appareil mécanique de connexion qui, pour des raisons de sécurité, assure, en position d'ouverture, une distance de sectionnement satisfaisant à des conditions spécifiées.

Un sectionneur est capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsqu'un courant d'intensité négligeable est interrompu ou établi, ou bien lorsqu'il ne se produit aucun changement notable de la tension aux bornes de chacun des pôles du sectionneur. Il est aussi capable de supporter des courants dans les conditions normales du circuit et de supporter des courants pendant une durée spécifiée dans des conditions anormales telles que celles du court-circuit.

Notes 1. — Le terme « intensité négligeable » est relatif aux courants tels que les courants de capacité de traversées, barres, connexions, très courtes longueurs de câbles et des courants des transformateurs et diviseurs de tension.

Le terme « aucun changement notable de la tension » se rapporte à des applications telles que celles consistant à shunter des régulateurs à induction ou des disjoncteurs.

2. — Il existe des appareils, appelés sectionneurs dans la présente recommandation, doués d'un certain pouvoir de fermeture et/ou de coupure.

2.1.5 *Interrupteur-sectionneur*

Interrupteur qui, dans sa position d'ouverture, satisfait aux conditions d'isolement spécifiées pour un sectionneur.

2.1.6 *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 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.

2.1.7 *Combiné à fusibles (par abréviation: Combiné)*

Combinaison en un seul appareil, réalisée par le constructeur ou selon ses instructions, d'un interrupteur, d'un sectionneur ou d'un interrupteur-sectionneur et d'un ou plusieurs coupe-circuit à fusibles.

2.1.8 *Interrupteur à fusibles*

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

2.1.9 *Sectionneur à fusibles*

Sectionneur dans lequel un ou plusieurs pôles comportent un fusible en série.

2.1.10 *Fusible-interrupteur*

Interrupteur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusible avec son élément de remplacement forme le contact mobile de l'interrupteur.

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 *Mechanical switching device*

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

2.1.3 *Switch (mechanical)*

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

Note. — A switch may also be capable of making, but not breaking, short-circuit currents.

2.1.4 *Disconnecter (isolator)*

A mechanical switching device which, for reasons of safety, provides in the open position an isolating distance in accordance with specified requirements.

A disconnector is capable of opening and closing a circuit when either negligible current is broken or made, or when no significant change in the voltage across the terminals of each of the poles of the disconnector occurs. It is also capable of carrying currents under normal circuit conditions and carrying for a specified time currents under abnormal conditions such as those of short-circuit.

Notes 1. — “Negligible currents” imply currents such as the capacitance currents of bushings, busbars, connections, very short lengths of cables and currents of voltage transformers and dividers.

“No significant change in voltage” refers to such applications as the by-passing of induction voltage regulators or circuit-breakers.

2. — There are devices, referred to in this Recommendation as disconnectors, which possess a certain making and/or breaking capacity.

2.1.5 *Switch-disconnector (switch-isolator)*

A switch which, in the open position, satisfies the isolating requirements specified for a disconnector.

2.1.6 *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.

2.1.7 *Fuse-combination unit*

A combination of a switch, a disconnector or a switch-disconnector and one or more fuses in a composite unit, made by the manufacturer or in accordance with his instructions.

2.1.8 *Switch-fuse*

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

2.1.9 *Disconnecter-fuse*

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

2.1.10 *Fuse-switch*

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

2.1.11 *Fusible-sectionneur*

Sectionneur dans lequel un élément de remplacement ou un porte-fusible avec son élément de remplacement forme le contact mobile du sectionneur.

2.2 *Éléments constitutifs*

2.2.1 *Partie conductrice*

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

2.2.2 *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.

2.2.3 *Partie active*

Tout conducteur ou toute partie conductrice sous tension en service normal.

Note. — Les parties actives comprennent également le conducteur neutre et les parties conductrices qui lui sont reliées.

2.2.4 *Circuit principal (d'un appareil de connexion)*

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

2.2.5 *Pôle d'un appareil de connexion*

Élément constituant d'un appareil de connexion associé exclusivement à un chemin conducteur électriquement séparé appartenant à son circuit principal, cet élément ne comprenant pas les éléments constitutifs assurant la fixation et le fonctionnement d'ensemble de tous les pôles.

Note. — Un appareil de connexion est appelé unipolaire s'il n'a qu'un pôle. S'il a plus d'un pôle, il peut être appelé multipolaire (bipolaire, tripolaire, etc.) à condition que les pôles soient ou puissent être liés entre eux de façon qu'ils fonctionnent ensemble.

2.2.6 *Contact principal (d'un appareil mécanique de connexion)*

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

2.2.7 *Élément de remplacement*

Partie d'un fusible destinée à être remplacée après fonctionnement du fusible.

2.3 *Conditions de fonctionnement*

2.3.1 *Manœuvre (ou opération) (d'un appareil mécanique de connexion)*

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).

2.3.2 *Cycle de manœuvres (ou cycle d'opérations) (d'un appareil mécanique de connexion)*

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.

2.3.3 *Manœuvre dépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)*

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.

2.1.11 *Fuse-disconnector (fuse-isolator)*

A disconnector in which a fuse-link or a fuse carrier with fuse-link forms the moving contact of the disconnector.

2.2 *Constructional elements*

2.2.1 *Conductive part*

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

2.2.2 *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.

2.2.3 *Live part*

Any conductor or conductive part which is under a potential in normal use.

Note. — Live parts also include the neutral and conductive parts which are connected with it.

2.2.4 *Main circuit (of a switching device)*

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

2.2.5 *Pole of a switching device*

The portion of a switching device associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit and excluding those portions which provide a means for mounting and operating all poles together.

Note. — A switching device is called single-pole if it has only one pole. If it has more than one pole, it may be called multipole (two-pole, three-pole, etc.) provided the poles are or can be coupled in such a manner as to operate together.

2.2.6 *Main contact (of a mechanical switching device)*

A contact included in the main circuit of a mechanical switching device, intended to carry in the closed position the current of the main circuit.

2.2.7 *Fuse-link (fuse-unit)*

The part of a fuse intended to be replaced after the fuse has operated.

2.3 *Conditions of operation*

2.3.1 *Operation (of a mechanical switching device)*

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.

2.3.2 *Operating cycle (of a mechanical switching device)*

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

2.3.3 *Dependent manual operation (of a mechanical switching device)*

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.

2.3.4 *Manœuvre à accumulation d'énergie (d'un appareil mécanique de connexion)*

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.).

2.3.5 *Manœuvre indépendante manuelle (d'un appareil mécanique de connexion)*

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 *Grandeurs caractéristiques*

2.4.1 *Valeur nominale*

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

2.4.2 *Catégorie d'emploi (pour un appareil de connexion)*

Ensemble de prescriptions spécifiées concernant les conditions d'emploi choisies pour représenter de façon significative un ensemble d'applications pratiques.

Note. — Les prescriptions spécifiées peuvent comprendre, par exemple, les valeurs des pouvoirs de fermeture et de coupure, les circuits associés et les conditions particulières d'emploi et de comportement.

2.4.3 *Courant présumé (d'un circuit et relativement à un matériel)*

Courant qui circulerait dans le circuit si chaque pôle du matériel 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.

2.4.4 *Pouvoir de fermeture*

Une valeur de courant qu'un interrupteur ou un interrupteur-sectionneur est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement.

En courant alternatif, c'est la valeur efficace de la composante périodique.

2.4.5 *Pouvoir de fermeture en court-circuit*

Une valeur de crête du courant présumé qu'un interrupteur ou un interrupteur-sectionneur est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites comprenant un court-circuit aux bornes de l'appareil.

2.4.6 *Pouvoir de coupure*

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

En courant alternatif, c'est la valeur efficace de la composante périodique.

2.4.7 *Courant de courte durée admissible*

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

2.4.8 *Tension appliquée*

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

2.3.4 *Stored energy operation (of a mechanical switching device)*

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) how the energy is stored (spring, weight, etc.);
- 2) how the energy originates (manual, electric, etc.);
- 3) how the energy is released (manual, electric, etc.).

2.3.5 *Independent manual operation (of a mechanical switching device)*

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 *Characteristic quantities*

2.4.1 *Rated value*

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

2.4.2 *Utilization category (for a switching device)*

A combination of specified requirements, related to operating conditions, and selected to represent a significant group of practical applications.

Note. — The requirements to be specified may include such items as values of making and breaking capacities, the associated circuits, and the relevant conditions of use and behaviour.

2.4.3 *Prospective current (of a circuit, and with respect to an equipment)*

The current that would flow in the circuit, if each pole of the equipment 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.

2.4.4 *Making capacity*

A value of current that a switch or a switch-disconnector is capable of making at a stated voltage and under prescribed conditions of use and behaviour.

For a.c., it is the r.m.s. value of the a.c. component.

2.4.5 *Short-circuit making capacity*

A value of prospective peak current that a switch or a switch-disconnector is capable of making at a stated voltage and under prescribed conditions including a short-circuit at the terminals of the apparatus.

2.4.6 *Breaking capacity*

A value of breaking current that a switch or a switch-disconnector is capable of breaking at a stated voltage and under prescribed conditions of use and behaviour.

For a.c., it is the r.m.s. value of the a.c. component.

2.4.7 *Short-time withstand current*

The current that a switch, a disconnector or a switch-disconnector can carry in the closed position during a specified short time under prescribed conditions of use and behaviour.

2.4.8 *Applied voltage*

The voltage which exists across the terminals of a pole of a switching device just before the making of the current.

2.4.9 *Tension de rétablissement*

Tension qui apparaît entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion 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 (article 2.4.9.2) existe seule.

2.4.9.1 *Tension transitoire de rétablissement*

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 de l'appareil de connexion. 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.

2.4.9.2 *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.

2.4.10 *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.

2.4.10.1 *Distance d'isolement entre pôles*

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

2.4.10.2 *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.

2.4.10.3 *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 appareil mécanique de connexion dans la position d'ouverture.

2.4.11 *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.

2.4.12 *Distance de sectionnement (d'un pôle d'un appareil mécanique de connexion)*

Distance d'isolement entre contacts ouverts satisfaisant aux prescriptions de sécurité concernant les sectionneurs.

3. **Classification**

3.1 Suivant le genre de fonctionnement du matériel manœuvré à la main, on distingue le matériel ayant:

- une manœuvre dépendante manuelle (voir définition 2.3.3);
- une manœuvre indépendante manuelle (voir définition 2.3.5).

3.2 Suivant le degré de protection procuré par l'enveloppe, on distingue différentes catégories conformément à la Publication 144 de la CEI.

2.4.9 *Recovery voltage*

The voltage which appears across the terminals of a pole of a switching device 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 (Clause 2.4.9.2) alone exists.

2.4.9.1 *Transient recovery voltage*

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 switching device. 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.

2.4.9.2 *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.

2.4.10 *Clearance*

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

2.4.10.1 *Clearance between poles*

The clearance between any conductive parts of adjacent poles.

2.4.10.2 *Clearance to earth*

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

2.4.10.3 *Clearance between open contacts (gap)*

The total clearance between the contacts, or any conductive parts connected thereto, of a pole of a mechanical switching device in the open position.

2.4.11 *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.

2.4.12 *Isolating distance (of a pole of a mechanical switching device)*

The clearance between open contacts meeting the safety requirements specified for disconnectors.

3. **Classification**

3.1 According to the method of operation of manually operated equipments, these are designated as having:

- dependent manual operation (see Definition 2.3.3);
- independent manual operation (see Definition 2.3.5).

3.2 According to the degree of protection provided by the enclosure, distinction is made in accordance with IEC Publication 144.

4. Caractéristiques du matériel

4.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques du matériel doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

Type du matériel (voir article 4.2);

Grandeurs nominales (voir article 4.3);

Circuits auxiliaires (voir article 4.4);

Degrés de protection procurés par les enveloppes (voir Publication 144 de la CEI).

4.2 Type du matériel

Il est nécessaire d'indiquer:

4.2.1 Le nombre de pôles

4.2.2 Le nombre de positions (s'il en existe plus de deux)

4.2.3 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.

4.3 Grandeurs nominales

Les grandeurs nominales sont définies par le constructeur. Elles doivent être indiquées conformément aux articles 4.3.1 à 4.3.13, mais il n'est pas nécessaire de spécifier toutes les grandeurs nominales énumérées.

Note. — Les interrupteurs, les interrupteurs-sectionneurs et les combinés normalement destinés à la commande directe d'un seul moteur doivent aussi répondre aux prescriptions supplémentaires de l'annexe C.

4.3.1 Tensions nominales

Un matériel est défini par les tensions nominales suivantes:

4.3.1.1 Tensions nominales d'emploi

Une tension nominale d'emploi (U_e) d'un matériel est une valeur de tension qui, combinée avec un courant nominal d'emploi, détermine l'emploi du matériel et à laquelle se rapportent les pouvoirs de fermeture et de coupure et la catégorie d'emploi.

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

Note. — Un même matériel peut être caractérisé par un certain nombre de valeurs combinées de tensions nominales d'emploi et de courants nominaux d'emploi correspondant à différentes catégories d'emploi.

4.3.1.2 Tension nominale d'isolement

La tension nominale d'isolement (U_i) d'un matériel 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 nominale d'isolement est la valeur de la tension nominale d'emploi maximale du matériel. En aucun cas, la tension nominale d'emploi la plus élevée ne doit excéder la tension nominale d'isolement.

4.3.2 Courants nominaux

Un matériel est défini par les courants nominaux suivants:

4.3.2.1 Courant nominal thermique

Le courant nominal thermique (I_{th}) d'un matériel est le courant maximal qu'il peut supporter en service de 8 heures (voir article 4.3.4.1) sans que l'échauffement de ses diverses parties dépasse les limites spécifiées à l'article 7.3 (tableau V) quand le matériel est essayé selon les prescriptions de l'article 8.2.2.

4. Characteristics of equipment

4.1 Summary of characteristics

The characteristics of the equipment shall be stated in the following terms, where such terms are applicable:

Type of equipment (see Clause 4.2);

Rated quantities (see Clause 4.3);

Auxiliary circuits (see Clause 4.4);

Degrees of protection provided by enclosures (see IEC Publication 144).

4.2 Type of equipment

The following shall be stated:

4.2.1 Number of poles

4.2.2 Number of positions (if more than two)

4.2.3 Kind of current

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

4.3 Rated quantities

Rated quantities are assigned by the manufacturer. They shall be stated in accordance with Clauses 4.3.1 to 4.3.13, but it is not necessary to establish all the rated quantities listed.

Note. — Switches, switch-disconnectors and fuse-combination units normally intended for direct switching of individual motors shall also comply with the additional requirements of Appendix C.

4.3.1 Rated voltages

An equipment is defined by the following rated voltages:

4.3.1.1 Rated operational voltages

A rated operational voltage (U_o) of an equipment is a value of voltage which, combined with a rated operational current, determines the application of the equipment and to which are referred the making and breaking capacities, and the utilization category.

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

Note. — An equipment may be assigned a number of combinations of rated operational voltages and rated operational currents for different utilization categories.

4.3.1.2 Rated insulation voltage

The rated insulation voltage (U_i) of an equipment 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 equipment. In no case, shall the maximum rated operational voltage exceed the rated insulation voltage.

4.3.2 Rated currents

An equipment is defined by the following rated currents:

4.3.2.1 Rated thermal current

The rated thermal current (I_{th}) of an equipment is the maximum current it can carry in eight-hour duty (see Clause 4.3.4.1) without the temperature rises of its several parts exceeding the limits specified in Clause 7.3 (Table V) when tested according to Clause 8.2.2.

Dans le cas des combinés, les échauffements des contacts des éléments de remplacement ne doivent pas excéder une valeur telle que ne soient pas respectées les prescriptions des notes 1 et 2 du tableau V (voir article 7.3) en ce qui concerne les éléments fusibles; le constructeur du combiné doit indiquer le type d'éléments de remplacement à utiliser.

Note. — Le courant nominal thermique peut différer suivant le type d'enveloppe.

4.3.2.2 *Courants nominaux d'emploi ou puissances nominales d'emploi*

Un courant nominal d'emploi (I_e) d'un matériel est défini par le constructeur et tient compte de la tension nominale d'emploi (voir article 4.3.1.1), de la fréquence nominale (voir article 4.3.3), du service nominal (voir article 4.3.4), de la catégorie d'emploi (voir article 4.3.11) et du type d'enveloppe de protection.

Dans le cas de matériels pour la commande directe d'un seul moteur, l'indication d'un courant nominal d'emploi peut être remplacée ou complétée par celle de la puissance nominale maximale disponible, sous la tension nominale d'emploi considérée, du moteur pour lequel le matériel est prévu. Le constructeur doit être en mesure de préciser la relation qui est admise entre le courant et la puissance.

4.3.3 *Fréquence nominale*

C'est la fréquence d'alimentation pour laquelle un matériel est établi et à laquelle correspondent les autres valeurs caractéristiques.

4.3.4 *Service nominal*

Les services nominaux considérés comme normaux sont les suivants:

4.3.4.1 *Service de 8 heures*

Service dans lequel les contacts principaux d'un matériel demeurent fermés, tout en étant parcourus par un courant constant, pendant une durée assez longue pour que le matériel atteigne l'équilibre thermique, cette durée ne dépassant pas 8 heures sans interruption.

Notes 1. — Ce service est le service de base d'après lequel le courant nominal thermique du matériel est déterminé.
2. — Par interruption, on entend la coupure du courant par manœuvre du matériel.

4.3.4.2 *Service ininterrompu*

Service dans lequel les contacts principaux d'un matériel 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, par exemple) (voir tableau V).

4.3.5 *Pouvoir nominal de fermeture*

Le pouvoir nominal de fermeture d'un interrupteur ou d'un interrupteur-sectionneur est une valeur de courant, fixée par le constructeur, déterminée en régime établi, que l'appareil est capable d'établir de façon satisfaisante dans des conditions spécifiées de fermeture.

Les conditions de fermeture qui doivent être spécifiées sont:

- la tension entre pôles avant la fermeture des contacts;
- les caractéristiques du circuit d'essai.

Le pouvoir de fermeture nominal est exprimé en fonction de la tension nominale d'emploi et du courant nominal d'emploi ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au tableau II.

For fuse-combination units, the temperature rises of the fuse-link contacts shall not exceed the value which ensures compliance with Notes 1 and 2 of Table V (see Clause 7.3) with respect to the fuse elements; the manufacturer of the fuse-combination unit shall state the type of fuse-links to be used.

Note. — The rated thermal current can differ according to the type of enclosure.

4.3.2.2 *Rated operational currents or rated operational powers*

A rated operational current (I_e) of an equipment is stated by the manufacturer and takes into account the rated operational voltage (see Clause 4.3.1.1), the rated frequency (see Clause 4.3.3), the rated duty (see Clause 4.3.4), the utilization category (see Clause 4.3.11) and the type of protective enclosure.

In the case of equipments for direct switching of individual motors, the indication of a rated operational current may be replaced or supplemented by the indication of the maximum rated power output, at the rated operational voltage considered, of the motor for which the equipment is intended. The manufacturer shall be prepared to state the relationship assumed between the current and the power.

4.3.3 *Rated frequency*

The supply frequency for which an equipment is designed and to which the other characteristic values 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 an equipment remain closed, whilst carrying a steady current long enough for the equipment 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 equipment is determined.

2. — Interruption means breaking of the current by operation of the equipment.

4.3.4.2 *Uninterrupted duty*

Duty in which the main contacts of an equipment 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 derating factor, or by special design consideration (e.g.: silver contacts) (see Table V).

4.3.5 *Rated making capacity*

The rated making capacity of a switch or a switch-disconnector is a value of current, stated by the manufacturer, determined under steady-state conditions, which the apparatus can satisfactorily make under specified making conditions.

The making conditions which shall be specified are:

- the voltage between poles before contact making;
- the characteristics of the test circuit.

The rated making capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category, according to Table II.

Il est rappelé que, en courant alternatif, le pouvoir de fermeture nominal s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique.

Note. — Dans le cas de sectionneurs ayant un pouvoir de fermeture bien qu'ils appartiennent à la catégorie d'emploi AC-20 ou DC-20, cette valeur doit être indiquée séparément par le constructeur.

Le pouvoir nominal de fermeture n'a de sens que si l'appareil est manœuvré selon les prescriptions de l'article 7.5.

4.3.6 *Pouvoir nominal de coupure*

Le pouvoir nominal de coupure d'un interrupteur ou d'un interrupteur-sectionneur est une valeur de courant, fixée par le constructeur, que l'appareil est capable d'interrompre de façon satisfaisante dans des conditions spécifiées de coupure sous la tension nominale d'emploi.

Les conditions de coupure qui doivent être spécifiées sont :

- les caractéristiques du circuit d'essai;
- la tension de rétablissement.

Le pouvoir de coupure nominal est exprimé en fonction de la tension nominale d'emploi et du courant nominal d'emploi ainsi que de la catégorie d'emploi, conformément au tableau II.

Un appareil doit être capable de couper n'importe quelle valeur du courant jusqu'à son pouvoir de coupure nominal le plus élevé, conformément à l'article 4.3.11.

Il est rappelé que, en courant alternatif, le pouvoir de coupure nominal s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique.

Note. — Dans le cas de sectionneurs ayant un pouvoir de coupure bien qu'ils appartiennent à la catégorie d'emploi AC-20 ou DC-20, cette valeur doit être indiquée séparément par le constructeur.

Le pouvoir nominal de coupure n'a de sens que si l'appareil est manœuvré selon les prescriptions de l'article 7.5.

4.3.7 *Courant nominal de courte durée admissible*

Le courant nominal de courte durée admissible d'un interrupteur, d'un sectionneur ou d'un interrupteur-sectionneur est la valeur du courant de courte durée admissible que l'appareil peut supporter sans dommage (voir article 8.2.5).

Sauf indication contraire du constructeur, la durée est de une seconde et la valeur du courant est vingt fois le courant nominal d'emploi maximal.

Note. — En cas d'adoption de valeurs différentes, le constructeur doit indiquer à la fois la valeur du courant de courte durée admissible et la durée.

Dans le cas du courant alternatif, la valeur du courant est la valeur efficace de la composante périodique du courant et il est admis que la valeur de crête maximale susceptible d'être atteinte n'exécède pas n fois cette valeur efficace, le facteur n étant donné par le tableau X.

4.3.8 *Pouvoir nominal de fermeture en court-circuit*

Le pouvoir nominal de fermeture en court-circuit d'un interrupteur ou d'un interrupteur-sectionneur est la valeur de pouvoir de fermeture en court-circuit fixée pour cet appareil par le constructeur pour la tension nominale d'emploi, la fréquence nominale (s'il y a lieu) 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, la relation entre le facteur de puissance, la valeur de crête du courant présumé et la valeur efficace du courant doit satisfaire au tableau X.

4.3.9 *Courant nominal de court-circuit conditionnel*

Le courant nominal de court-circuit conditionnel d'un matériel est la valeur de courant présumé, fixée par le constructeur, que ce matériel, protégé par un appareil de connexion limiteur de

It is recalled that, for a.c., the rated making capacity is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component.

Note. — In the case of disconnectors having a making capacity although they be of utilization category AC-20 or DC-20, this value shall be stated separately by the manufacturer.

The rated making capacity is only valid when the apparatus is operated in accordance with the requirements of Clause 7.5.

4.3.6 *Rated breaking capacity*

The rated breaking capacity of a switch or a switch-disconnector is a value of current, stated by the manufacturer, which the apparatus can satisfactorily break under specified breaking conditions at the rated operational voltage.

The breaking conditions which shall be specified are:

- the characteristics of the test circuit;
- the recovery voltage.

The rated breaking capacity is stated by reference to the rated operational voltage and rated operational current and to the utilization category, according to Table II.

An apparatus shall be capable of breaking any value of the load current up to its highest rated breaking capacity according to Clause 4.3.11.

It is recalled that, for a.c., the rated breaking capacity is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component.

Note. — In the case of disconnectors having a breaking capacity although they be of utilization category AC-20 or DC-20, this value shall be stated separately by the manufacturer.

The rated breaking capacity is only valid when the apparatus is operated in accordance with the requirements of Clause 7.5.

4.3.7 *Rated short-time withstand current*

The rated short-time withstand current of a switch, a disconnector or a switch-disconnector is the value of short-time withstand current that the apparatus can carry without damage (see Clause 8.2.5).

Unless otherwise stated by the manufacturer, the duration is one second, and the value of the current is twenty times the maximum rated operational current.

Note. — For values different from these, the manufacturer shall state both the value of the short-time withstand current and the duration.

For a.c., the value of the current is the r.m.s. value of the a.c. component and it is assumed that the highest peak value likely to occur does not exceed n times this r.m.s. value, the factor n being given by Table X.

4.3.8 *Rated short-circuit making capacity*

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

For a.c., the relationship between power-factor, prospective peak current and r.m.s. current shall be in accordance with Table X.

4.3.9 *Rated conditional short-circuit current*

The rated conditional short-circuit current of an equipment is the value of prospective current, stated by the manufacturer, which the equipment, protected by a specified current-limiting

courant spécifié, peut supporter de façon satisfaisante pendant la durée de fonctionnement de cet appareil dans les conditions d'essais spécifiées à l'article 8.2.6.

Notes 1. — En courant alternatif, le courant nominal de court-circuit conditionnel s'exprime par la valeur efficace de la composante périodique.

2. — L'appareil de connexion limiteur de courant peut soit faire partie intégrante du matériel soit en être séparé.

4.3.10 Courant nominal de court-circuit avec fusible

Le courant nominal de court-circuit avec fusible d'un matériel est le courant nominal de court-circuit conditionnel lorsque l'appareil de connexion limiteur de courant est un coupe-circuit à fusibles (voir article 8.2.7).

Le constructeur doit indiquer les caractéristiques relatives aux coupe-circuit à fusibles.

4.3.11 Catégorie d'emploi

Les catégories d'emploi énumérées au tableau I et au tableau C-I (voir annexe C) sont considérées comme normales dans la présente recommandation.

Note. — Les catégories d'emploi indiquées dans les tableaux I et II ne s'appliquent pas à un matériel normalement utilisé pour assurer le démarrage, l'accélération et/ou l'arrêt d'un seul moteur. Les catégories d'emploi d'un tel matériel sont traitées dans l'annexe C (voir article C.4.3.6).

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants et des tensions, exprimées en multiples du courant nominal d'emploi et de la tension nominale d'emploi, ainsi que par les facteurs de puissance ou les constantes de temps du circuit. Les conditions d'établissement et de coupure données au tableau II correspondent en principe aux applications énumérées au tableau I.

TABLEAU I
Catégories d'emploi

Nature du courant	Catégorie	Applications caractéristiques
Courant alternatif	AC-20	Fermeture et ouverture à vide.
	AC-21	Charges résistives, y compris surcharges modérées.
	AC-22	Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées.
	AC-23	Charges constituées par des moteurs ou autres charges fortement inductives.
Courant continu	DC-20	Fermeture et ouverture à vide.
	DC-21	Charges résistives, y compris surcharges modérées.
	DC-22	Charges mixtes résistives et inductives, y compris surcharges modérées (par exemple : moteurs shunt).
	DC-23	Charges fortement inductives (par exemple : moteurs série).
<p><i>Note.</i> — La commande de condensateurs ou de lampes à filament de tungstène doit faire l'objet d'un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur.</p>		

switching device, can satisfactorily withstand for the operating time of this device under the test conditions specified in Clause 8.2.6.

Notes 1. — For a.c., the rated conditional short-circuit current is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component.

2. — The current-limiting switching device may either form an integral part of the equipment or be a separate unit.

4.3.10 *Rated fused short-circuit current*

The rated fused short-circuit current of an equipment is the rated conditional short-circuit current when the current-limiting switching device is a fuse (see Clause 8.2.7).

The details of the fuse shall be stated by the manufacturer.

4.3.11 *Utilization category*

The utilization categories as given in Table I and Table C-I (see Appendix C) are considered standard in this Recommendation.

Note. — The utilization categories referred to in Tables I and II do not apply to an equipment normally used to start, accelerate and/or stop individual motors. The utilization categories for such an equipment are dealt with in Appendix C (see Clause C-4.3.6).

Each utilization category is characterized by the values of the currents and voltages, expressed as multiples of the rated operational current and the rated operational voltage, as well as the power-factors or time-constants of the circuit. The conditions for making and breaking given in Table II correspond in principle to the applications listed in Table I.

TABLE I
Utilization categories

Nature of current	Category	Typical applications
Alternating current	AC-20	Connecting and disconnecting under no-load conditions.
	AC-21	Switching of resistive loads, including moderate overloads.
	AC-22	Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads.
	AC-23	Switching of motor loads or other highly inductive loads.
Direct current	DC-20	Connecting and disconnecting under no-load conditions.
	DC-21	Switching of resistive loads, including moderate overloads.
	DC-22	Switching of mixed resistive and inductive loads, including moderate overloads (e.g.: shunt motors).
	DC-23	Switching of highly inductive loads (e.g.: series motors).

Note. — The switching of capacitors or of tungsten filament lamps shall be subject to special agreement between manufacturer and user.

TABLEAU II
Vérification des pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure (voir article 8.2.4)
Condition d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi⁽¹⁾

	Catégorie	Valeur du courant nominal d'emploi	Etablissement			Coupure		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$
Courant alternatif	AC-20	(Toutes valeurs)	(²)	1,1	(²)	(²)	1,1	(²)
	AC-21	(Toutes valeurs)	1,5	1,1	0,95	1,5	1,1	0,95
	AC-22	(Toutes valeurs)	3	1,1	0,65	3	1,1	0,65
	AC-23	$I_e \leq 17 \text{ A}$ $17 \text{ A} < I_e \leq 100 \text{ A}$ $I_e > 100 \text{ A}$	10	1,1	0,65	8	1,1	0,65
			10	1,1	0,35	8	1,1	0,35
		8 (²)	1,1	0,35	6 (⁴)	1,1	0,35	
Courant continu	DC-20	(Toutes valeurs)	(²)	1,1	(²)	(²)	1,1	(²)
	DC-21	(Toutes valeurs)	1,5	1,1	1	1,5	1,1	1
	DC-22	(Toutes valeurs)	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
	DC-23	(Toutes valeurs)	4	1,1	15	4	1,1	15

I_e Courant nominal d'emploi (voir article 4.3.2.2); U Tension avant établissement;
 U_e Tension nominale d'emploi (voir article 4.3.1.1); U_r Tension de rétablissement;
 I Courant établi; I_c Courant coupé.

(1) En courant alternatif, les conditions d'établissement sont exprimées en valeur efficace, étant entendu que la valeur de crête en courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut prendre une valeur plus élevée.
 (2) Si les pouvoirs de fermeture et/ou de coupure sont différents de zéro, les valeurs de courant et le facteur de puissance (ou la constante de temps) doivent être indiqués par le constructeur.
 (3) Avec un minimum de 1000 A pour I .
 (4) Avec un minimum de 800 A pour I_c .

4.3.12 Endurance mécanique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure mécanique, un matériel est caractérisé par le nombre, fixé par le constructeur, de cycles de manœuvres à vide (c'est-à-dire sans courant traversant les contacts principaux) qu'il est susceptible d'effectuer avant qu'il ne devienne nécessaire de procéder à la révision ou au remplacement de parties mécaniques; cependant, il est permis de procéder à un entretien normal selon les instructions du constructeur.

Les nombres préférentiels de cycles de manœuvres à vide sont:
300, 1 000, 3 000, 10 000, 30 000, 100 000, 300 000 et 1 000 000.

Chaque cycle de manœuvres consiste en une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

Si le nombre de cycles de manœuvres n'est pas fixé par le constructeur, il sera pris dans le tableau III.

TABLEAU III
Nombre de cycles de manœuvres mécaniques, sauf indication contraire

Courant nominal d'emploi I_e (en ampères)	Nombre de cycles de manœuvres mécaniques
$0 < I_e \leq 63$	10 000
$63 < I_e \leq 250$	3 000
$250 < I_e \leq 800$	1 000
$800 < I_e$	300

TABLE II
Verification of rated making and breaking capacities (See Clause 8.2.4)
Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories⁽¹⁾

	Category	Value of the rated operational current	Make			Break		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	I_c/I_e	U_f/U_e	$\cos \varphi$
A.C.	AC-20	(All values)	(²)	1.1	(²)	(²)	1.1	(²)
	AC-21	(All values)	1.5	1.1	0.95	1.5	1.1	0.95
	AC-22	(All values)	3	1.1	0.65	3	1.1	0.65
	AC-23	$I_e \leq 17 \text{ A}$	10	1.1	0.65	8	1.1	0.65
			10	1.1	0.35	8	1.1	0.35
	$I_e > 100 \text{ A}$	8(³)	1.1	0.35	6(⁴)	1.1	0.35	
D.C.	DC-20	(All values)	(²)	1.1	(²)	(²)	1.1	(²)
	DC-21	(All values)	1.5	1.1	1	1.5	1.1	1
	DC-22	(All values)	4	1.1	2.5	4	1.1	2.5
	DC-23	(All values)	4	1.1	15	4	1.1	15

I_e Rated operational current (see Clause 4.3.2.2);
 U_e Rated operational voltage (see Clause 4.3.1.1);
 I Current made;
 U Voltage before make;
 U_f Recovery voltage;
 I_c Current broken.

(1) For a.c., the conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power-factor of the circuit, may assume a higher value.
 (2) If the making and/or breaking capacities are different from zero, the values of current and the power-factor (time-constant) shall be stated by the manufacturer.
 (3) With a minimum of 1000 A for I .
 (4) With a minimum of 800 A for I_c .

4.3.12 Mechanical endurance

With respect to its resistance to mechanical wear, an equipment is characterized by the number, stated by the manufacturer, of no-load operating cycles (i.e., without current on the main contacts) which can be made before it becomes necessary to service or replace any mechanical parts; however, normal maintenance according to the manufacturer's instructions is permitted.

The preferred numbers of no-load operating cycles are:

300, 1 000, 3 000, 10 000, 30 000, 100 000, 300 000 and 1 000 000.

Each operating cycle consists of one closing operation followed by one opening operation.

If the number of operating cycles is not stated by the manufacturer, the values in Table III shall apply.

TABLE III
Number of mechanical operating cycles, unless otherwise stated

Rated operational current I_e (in amperes)	Number of mechanical operating cycles
$0 < I_e \leq 63$	10 000
$63 < I_e \leq 250$	3 000
$250 < I_e \leq 800$	1 000
$800 < I_e$	300

4.3.13 Endurance électrique

En ce qui concerne sa résistance à l'usure électrique, un matériel est caractérisé par le nombre de cycles de manœuvres en charge, correspondant aux conditions de service du tableau IV, qu'il est capable d'effectuer sans réparation ni remplacement.

Sauf indication contraire du constructeur, le nombre de cycles de manœuvres en charge pour toutes les catégories d'emploi à l'exception de AC-20 et DC-20 ne doit pas être inférieur à 1/20 du nombre de cycles de manœuvres à vide correspondant à l'endurance mécanique du matériel. En ce qui concerne les catégories d'emploi AC-20 et DC-20 dans le cas visé par la note (2) du tableau II (voir article 4.3.11), le nombre de cycles de manœuvres en charge sera fixé par le constructeur.

TABLEAU IV
Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge
Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi⁽¹⁾

	Catégorie	Valeur du courant nominal d'emploi	Établissement			Coupure		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$
Courant alternatif	AC-21	(Toutes valeurs)	1	1	0,95	1	1	0,95
	AC-22	(Toutes valeurs)	1	1	0,65	1	1	0,65
	AC-23	$I_e \leq 17 \text{ A}$	1	1	0,65	1	1	0,65
		$I_e > 17 \text{ A}$	1	1	0,35	1	1	0,35
Courant continu	DC-21	(Toutes valeurs)	1	1	1	1	1	1
	DC-22	(Toutes valeurs)	1	1	2	1	1	2
	DC-23	(Toutes valeurs)	1	1	7,5	1	1	7,5

I_e Courant nominal d'emploi (voir article 4.3.2.2); U Tension avant établissement;
 U_e Tension nominale d'emploi (voir article 4.3.1.1); U_r Tension de rétablissement;
 I Courant établi; I_c Courant coupé.

(1) En courant alternatif, les conditions d'établissement sont exprimées en valeur efficace, étant entendu que la valeur de crête en courant asymétrique, correspondant au facteur de puissance du circuit, peut prendre une valeur plus élevée.

4.4 Circuits auxiliaires

Les caractéristiques des circuits auxiliaires sont:

- a) le nombre de ces circuits;
- b) le nombre et la nature des contacts (contacts de fermeture, contacts d'ouverture, etc.);
- c) pour chacun de ces circuits:
 - la tension nominale;
 - la fréquence nominale, s'il y a lieu;
 - le courant nominal;
 - les pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure des contacts.

Sauf indication contraire, le courant nominal des circuits auxiliaires est de 6 A et la tension nominale et la fréquence nominale (s'il y a lieu) des circuits auxiliaires sont égales à la tension nominale et à la fréquence nominale du circuit principal.

4.3.13 *Electrical endurance*

With respect to its resistance to electrical wear, an equipment is characterized by the number of on-load operating cycles, corresponding to the service conditions given in Table IV, which can be made without repair or replacement.

Unless otherwise stated by the manufacturer, the number of on-load operating cycles for all utilization categories, except AC-20 and DC-20, shall be not less than 1/20 of the number of no-load operating cycles corresponding to the mechanical endurance of the equipment. For the case of utilization categories AC-20 and DC-20, when Note (2) of Table II (see Clause 4.3.11) applies, the number of on-load operating cycles shall be stated by the manufacturer.

TABLE IV
*Verification of the number of on-load operating cycles
Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories⁽¹⁾*

	Category	Value of the rated operational current	Make			Break		
			I/I_e	U/U_e	$\cos \varphi$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$
A.C.	AC-21	(All values)	1	1	0.95	1	1	0.95
	AC-22	(All values)	1	1	0.65	1	1	0.65
	AC-23	$I_e \leq 17 \text{ A}$	1	1	0.65	1	1	0.65
		$I_e > 17 \text{ A}$	1	1	0.35	1	1	0.35
D.C.	DC-21	(All values)	1	1	1	1	1	1
	DC-22	(All values)	1	1	2	1	1	2
	DC-23	(All values)	1	1	7.5	1	1	7.5

I_e Rated operational current (see Clause 4.3.2.2); U Voltage before make;
 U_e Rated operational voltage (see Clause 4.3.1.1); U_r Recovery voltage;
 I Current made; I_c Current broken.

(1) For a.c., the conditions for making are expressed in r.m.s. values, but it is understood that the peak value of asymmetrical current, corresponding to the power-factor of the circuit, may assume a higher value.

4.4 *Auxiliary circuits*

The characteristics of auxiliary circuits are:

- a) the number of those circuits;
- b) the number and kind of contacts (a-contact, b-contact, etc.);
- c) for each of these circuits:
 - rated voltage;
 - rated frequency, if any;
 - rated current;
 - rated making and breaking capacities of the contacts.

Unless otherwise stated, the rated current of auxiliary circuits is 6 A and the rated voltage and frequency (if any) of the auxiliary circuits are the rated voltage and frequency of the main circuit.

5. Marques

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

- a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) la désignation du type ou le numéro de série;
- c) le numéro de la présente recommandation;
- d) les tensions nominales d'emploi (voir article 4.3.1.1);
- e) la catégorie d'emploi et les courants nominaux d'emploi (ou les puissances nominales), aux tensions nominales d'emploi du matériel (voir article 4.3.2.2);
- f) soit la valeur de la fréquence nominale, par exemple: ~ 50 Hz, soit l'indication « courant continu » (ou le symbole ---);

Si les renseignements suivants ne sont pas indiqués ailleurs par le constructeur, ils devront également figurer sur la plaque signalétique du matériel:

- g) la tension nominale d'isolement (voir article 4.3.1.2);
- h) le courant nominal thermique (voir article 4.3.2.1);
- i) le service nominal (voir article 4.3.4);
- j) le courant nominal de courte durée admissible ainsi que sa durée, s'il y a lieu (voir article 4.3.7);
- k) le pouvoir nominal de fermeture en court-circuit, s'il y a lieu (voir article 4.3.8);
- l) le courant nominal de court-circuit conditionnel, s'il y a lieu (voir article 4.3.9);
- m) le courant nominal de court-circuit avec fusible avec les éléments de remplacement prescrits, s'il y a lieu (voir article 4.3.10);
- n) la désignation IP, si le matériel est pourvu d'une enveloppe.

Note. — Si 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 chez le constructeur les indications complètes (en particulier, dans le cas d'un combiné, les caractéristiques appropriées des éléments de remplacement à utiliser).

6. Conditions normales de fonctionnement en service

6.1 Conditions normales de service

Les matériels 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 A.

6.1.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant n'excède pas $+ 40$ °C et sa moyenne, mesurée sur une période de 24 heures, n'excède pas $+ 35$ °C.

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

Note. — Les matériels prévus pour fonctionner dans des endroits où la température de l'air ambiant dépasse $+ 40$ °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 matériel 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. Le matériel prévu pour fonctionner dans ces conditions doit être construit ou utilisé 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.

5. Markings

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

- a) the manufacturer's name or trademark;
- b) type designation or serial number;
- c) number of this Recommendation;
- d) rated operational voltages (see Clause 4.3.1.1);
- e) utilization category and rated operational currents (or rated powers), at the rated operational voltages of the equipment (see Clause 4.3.2.2);
- f) either value of the rated frequency, e.g.: ~ 50 Hz or the indication "d.c." (or the symbol ---).

If not evident from information stated elsewhere by the manufacturer, the following shall also be stated on the equipment nameplate:

- g) rated insulation voltage (see Clause 4.3.1.2);
- h) rated thermal current (see Clause 4.3.2.1);
- i) rated duty (see Clause 4.3.4);
- j) rated short-time withstand current together with its duration, if applicable (see Clause 4.3.7);
- k) rated short-circuit making capacity, if applicable (see Clause 4.3.8);
- l) rated conditional short-circuit current, if applicable (see Clause 4.3.9);
- m) rated fused short-circuit current with prescribed fuse-link(s), if applicable (see Clause 4.3.10);
- n) IP number, in case of an enclosed equipment.

Note. — If 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 (in particular, in case of a fuse-combination unit, the relevant characteristics of the fuse-links to be used) to be obtained from the manufacturer.

6. Standard conditions for operation in service

6.1 Normal service conditions

Equipments complying with this Recommendation shall be capable of operating under the following standard conditions.

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

6.1.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature does not exceed $+40$ °C and its average over a period of 24 h does not exceed $+35$ °C.

The lower limit of the ambient air temperature is -5 °C.

Note. — Equipments intended to be used in ambient air temperatures above $+40$ °C (e.g. in forges, boiler rooms, tropical countries) or below -5 °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. Equipments 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 *Conditions atmosphériques*

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

6.1.4 *Conditions d'installation*

Le matériel est installé suivant les indications du constructeur.

7. **Conditions normales de construction**

7.1 *Réalisation mécanique*

7.1.1 *Généralités*

Les matériaux doivent convenir pour l'emploi particulier.

Les positions de fermeture et d'ouverture du matériel doivent être définies et être clairement indiquées soit par une inscription située à proximité immédiate de l'organe de commande soit par la position de ce dernier. En cas d'emploi de symboles, on utilisera « F » et « O » pour indiquer respectivement les positions de fermeture et d'ouverture.

7.1.2 *Organe de commande (poignée de manœuvre)*

L'organe de commande du matériel doit être isolé des parties actives pour la tension nominale d'isolement.

De plus :

- s'il est en métal, il doit pouvoir être raccordé de façon sûre à un conducteur de protection sauf s'il est pourvu d'un isolement supplémentaire satisfaisant;
- s'il est en matériau isolant ou complètement recouvert d'un tel matériau, toutes ses parties métalliques internes, qui pourraient devenir accessibles en cas de défaut de l'isolation, doivent aussi être isolées des parties actives pour la tension nominale d'isolement ou doivent pouvoir être raccordées de façon sûre à un conducteur de protection.

7.1.3 *Distances d'isolement et lignes de fuite*

Voir annexe B.

7.1.4 *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).

7.1.4.1 *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.

6.1.3 *Atmospheric conditions*

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

6.1.4 *Conditions of installation*

The equipment is installed in accordance with the manufacturer's instructions.

7. **Standard conditions for construction**

7.1 *Mechanical design*

7.1.1 *General*

Materials shall be suitable for the particular application.

The closed and the open positions of the equipment shall be definite and shall be clearly indicated either adjacent to the actuator or by the position of the latter. If symbols are used, "I" and "O" shall be used to indicate the closed and open positions respectively.

7.1.2 *Actuator (operating handle)*

The actuator of the equipment shall be insulated from the live parts for the rated insulation voltage.

Moreover:

- if it is made of metal, it shall be capable of being satisfactorily connected to a protective conductor unless it is provided with additional reliable insulation;
- if it is made of or completely covered by insulating material, any internal metal parts, which might become accessible in the event of insulation damage, shall also be insulated from live parts for the rated insulation voltage or shall be capable of being satisfactorily connected to a protective conductor.

7.1.3 *Clearances and creepage distances*

See Appendix B.

7.1.4 *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).

7.1.4.1 *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.

7.1.4.2 *Borne de terre*

Quand une borne de terre est prévue, elle doit être aisément accessible et disposée de telle sorte que la liaison du matériel à la terre subsiste lorsque le couvercle, ou une 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.

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

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

7.2 *Enveloppes*

S'il existe une enveloppe, elle doit être disposée de telle sorte que, lorsqu'elle est ouverte, 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 du matériel.

Quand une enveloppe est conçue de façon à permettre l'ouverture de couvercles sans l'aide d'outils, des mesures doivent être prises pour éviter la perte des dispositifs de fixation.

7.3 *Echauffement*

7.3.1 *Résultats à obtenir*

Les échauffements des différentes parties du matériel, 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 au tableau V.

7.3.2 *Température de l'air ambiant*

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

7.4 *Qualités diélectriques*

Le matériel doit être capable de satisfaire aux essais diélectriques prescrits à l'article 8.2.3.

7.5 *Conditions de fonctionnement*

Le matériel doit être manœuvré selon les instructions du constructeur, en particulier pour le matériel à manœuvre dépendante manuelle pour lequel les pouvoirs de fermeture et de coupure peuvent dépendre de l'habileté de l'opérateur.

7.6 *Prescriptions supplémentaires de sécurité pour les sectionneurs et les interrupteurs-sectionneurs*

Les sectionneurs et les interrupteurs-sectionneurs doivent assurer, en position d'ouverture, une distance de sectionnement satisfaisant à des prescriptions spécifiées (voir annexe B) et doivent être munis d'un dispositif d'indication sûr et robuste indiquant les positions des contacts mobiles. Cet indicateur de position doit être relié de façon sûre aux contacts mobiles; la poignée peut constituer un tel indicateur, pourvu qu'elle ne puisse pas indiquer la position OUVERT si tous les contacts mobiles ne se trouvent pas dans la position d'ouverture.

Un tel indicateur n'est pas obligatoire si la séparation des contacts est visible de l'extérieur.

7.1.4.2 *Earth terminal*

When an earth terminal is provided, it shall be readily accessible, and so placed that the earth connection of the equipment is maintained when the cover or other removable 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.

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*

If there is an enclosure, it shall be so arranged that when it is 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 enclosure 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 enclosure 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 equipment.

When an enclosure is so designed as to allow the covers to be opened without the use of tools, means shall be provided to prevent loss of the fastening devices.

7.3 *Temperature rise*

7.3.1 *Results to be obtained*

The temperature rise of the several parts of an equipment, measured during a test carried out under the conditions specified in Clause 8.2.2, shall not exceed the limiting values stated in Table V.

7.3.2 *Ambient air temperature*

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

7.4 *Dielectric properties*

The equipment shall be capable of withstanding the dielectric tests specified in Clause 8.2.3.

7.5 *Operating conditions*

The equipment shall be operated in accordance with the manufacturer's instructions, especially for equipment with dependent manual operation where the making and breaking capacities may depend on the skill of the operator.

7.6 *Additional safety requirements for disconnectors and switch-disconnectors*

Disconnectors and switch-disconnectors shall provide in the open position an isolating distance in accordance with specified requirements (see Appendix B) and shall be fitted with a reliable indicating device, indicating the positions of the moving contacts. This position indicator shall be connected to the moving contacts in a reliable way; the handle may form such an indicator, provided it cannot indicate the OFF position unless all the moving contacts are in the open position.

Such an indicator is not required if the contact separation is externally visible.

TABLEAU V

Limites d'échauffement des différents matériaux et organes

Nature du matériau Désignation de l'organe	Limite d'échauffement
Pièces de contact (contacts principaux et auxiliaires):	
— en cuivre { service ininterrompu	45 °C
— en cuivre { service de 8 heures	65 °C
— en argent ou avec plaquettes d'argent(*)	(1)
— en tous autres métaux ou métaux frittés	(2)
Conducteurs nus	(1)
Pièces métalliques formant ressort	(3)
Pièces métalliques se trouvant en contact avec des isolants	(4)
Bornes de raccordement à des connexions extérieures isolées	70 °C (5)
Organes de commande manoeuvrés à la main (poignées, leviers, volants, etc.):	
— pièces métalliques	15 °C
— pièces en matériau isolant	25 °C
<p>(*) L'expression "avec plaquettes d'argent" comprend l'argent massif inséré ainsi que l'argent déposé par électrolyse sous réserve que, dans ce dernier cas, les prescriptions d'échauffement de l'article 8.2.10.6 soient respectées.</p> <p>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.</p> <p>(1) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines.</p> <p>(2) A déterminer suivant les qualités des métaux employés et limité par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux pièces voisines.</p> <p>(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.</p> <p>(4) Limité seulement par l'obligation de n'occasionner aucun dommage aux matériaux isolants.</p> <p>(5) La limite d'échauffement de 70 °C est une valeur basée sur l'essai conventionnel de l'article 8.2.2.2. Un matériel 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.</p>	

8. **Essais**

8.1 *Vérification des caractéristiques d'un matériel*

Les essais destinés à vérifier les caractéristiques d'un matériel sont constitués par:

- des essais de type (voir articles 8.1.1 et 8.2);
- des essais individuels (voir articles 8.1.2 et 8.3);
- des essais spéciaux (voir article 8.1.3).

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

TABLE V

Temperature-rise limits for the various materials and parts

Type of material Description of part	Temperature-rise limit
Contact parts (main and auxiliary contacts):	
— copper { uninterrupted duty	45 °C
— copper { eight-hour duty	65 °C
— silver or silver-faced(*)	(1)
— all other metals or sintered metals	(2)
Bare conductors	(1)
Metallic parts acting as springs.	(3)
Metallic parts in contact with insulating materials	(4)
Terminals for external insulated connections	70 °C (5)
Manual operating means (handles, levers, wheels, etc.):	
— parts of metal	15 °C
— parts of insulating material	25 °C
<p>(*) The expression “silver-faced” includes solid silver inserts as well as electrolytically deposited silver, provided that, in the latter case, the temperature-rise requirements of Clause 8.2.10.6 are satisfied.</p> <p>Contacts faced with other materials, the contact resistance of which is not significantly altered by oxidation, are treated as silver-faced contacts.</p> <p>(1) Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts.</p> <p>(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.</p> <p>(3) The resulting temperature should 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.</p> <p>(4) Limited solely by the necessity of not causing any damage to insulating materials.</p> <p>(5) The temperature-rise limit of 70 °C is a value based on the conventional test of Clause 8.2.2.2. An equipment 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.</p>	

8. Tests

8.1 Verification of the characteristics of equipments

The tests to verify the characteristics of equipments comprise:

- Type tests (see Clauses 8.1.1 and 8.2).
- Routine tests (see Clauses 8.1.2 and 8.3).
- Special tests (see Clause 8.1.3).

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

8.1.1 *Essais de type*

Ceux-ci sont constitués, selon le cas, par:

- 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 nominaux de fermeture et de coupure (voir article 8.2.4);
- d) la vérification de la tenue au courant nominal de courte durée admissible (voir article 8.2.5);
- e) la vérification du courant nominal de court-circuit conditionnel (voir article 8.2.6);
- f) la vérification du courant nominal de court-circuit avec fusible (voir article 8.2.7);
- g) la vérification du pouvoir nominal de fermeture en court-circuit (voir article 8.2.8);
- h) la vérification de l'endurance mécanique (voir article 8.2.9);
- i) la vérification de l'endurance électrique (voir article 8.2.10).

Les essais de type, auxquels un appareil donné doit être soumis selon sa nature, sont énumérés au tableau VI.

TABLEAU VI

*Liste des essais de type (indiqués par le numéro correspondant de l'article)
auxquels un appareil donné doit être soumis*

Nature de l'essai	Interrupteurs	Sectionneurs	Interrupteurs-sectionneurs	Combinés
Limites d'échauffement	8.2.2	8.2.2	8.2.2	8.2.2
Qualités diélectriques	8.2.3	8.2.3	8.2.3	8.2.3
Pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure	8.2.4	8.2.4 (1)	8.2.4	8.2.4 (2)
Courant nominal de courte durée admissible	8.2.5	8.2.5	8.2.5	—
Courant nominal de court-circuit conditionnel	8.2.6 (3)	8.2.6 (3)	8.2.6 (3)	—
Courant nominal de court-circuit avec fusible	8.2.7 (4)	8.2.7 (4) (5)	8.2.7 (4)	8.2.7 (5)
Pouvoir nominal de fermeture en court-circuit	8.2.8	—	8.2.8	—
Endurance mécanique	8.2.9	8.2.9	8.2.9	8.2.9
Endurance électrique	8.2.10	—	8.2.10	8.2.10 (6)

(1) L'essai de pouvoirs de fermeture et de coupure n'est exigé que si un pouvoir de fermeture et/ou de coupure est indiqué par le constructeur (voir note (2) du tableau II).

(2) L'essai de pouvoirs de fermeture et de coupure n'est exigé pour les fusibles-sectionneurs et les sectionneurs à fusibles que si un pouvoir de fermeture et/ou de coupure est indiqué par le constructeur (voir note (2) du tableau II).

(3) L'essai de courant nominal de court-circuit conditionnel n'est exigé que si cette grandeur nominale est fixée par le constructeur.

(4) L'essai de courant nominal de court-circuit avec fusible n'est exigé que si cette grandeur nominale est fixée par le constructeur.

(5) Le 2^e essai prévu à l'article 8.2.7.2 (essai d'établissement) n'est pas effectué dans le cas d'un sectionneur ou d'un combiné contenant un sectionneur.

(6) L'essai d'endurance électrique n'est pas exigé pour les fusibles-sectionneurs et les sectionneurs à fusibles.

8.1.1 *Type tests*

They comprise, as appropriate:

- 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 making and breaking capacities (see Clause 8.2.4);
- d) verification of ability to carry the rated short-time withstand current (see Clause 8.2.5);
- e) verification of the rated conditional short-circuit current (see Clause 8.2.6);
- f) verification of the rated fused short-circuit current (see Clause 8.2.7);
- g) verification of the rated short-circuit making capacity (see Clause 8.2.8);
- h) verification of the mechanical endurance (see Clause 8.2.9);
- i) verification of the electrical endurance (see Clause 8.2.10).

The type tests, to which a given apparatus shall be submitted according to its kind, are listed in Table VI.

TABLE VI

*List of type tests (referred to by their clause number)
to which a given apparatus shall be submitted*

Nature of test	Switches	Disconnectors	Switch-disconnectors	Fuse-combination units
Temperature-rise limits	8.2.2	8.2.2	8.2.2	8.2.2
Dielectric properties	8.2.3	8.2.3	8.2.3	8.2.3
Rated making and breaking capacities	8.2.4	8.2.4 (1)	8.2.4	8.2.4 (2)
Rated short-time withstand current	8.2.5	8.2.5	8.2.5	—
Rated conditional short-circuit current	8.2.6 (3)	8.2.6 (3)	8.2.6 (3)	—
Rated fused short-circuit current	8.2.7 (4)	8.2.7 (4) (5)	8.2.7 (4)	8.2.7 (5)
Rated short-circuit making capacity	8.2.8	—	8.2.8	—
Mechanical endurance	8.2.9	8.2.9	8.2.9	8.2.9
Electrical endurance	8.2.10	—	8.2.10	8.2.10 (6)

(1) The making and breaking capacity test is only required if a making and/or breaking capacity is stated by the manufacturer (see Note (2) of Table II).

(2) The making and breaking capacity test is only required for fuse-disconnectors and disconnector-fuses if a making and/or breaking capacity is stated by the manufacturer (see Note (2) of Table II).

(3) The rated conditional short-circuit current test is only required if this rated quantity is stated by the manufacturer.

(4) The rated fused short-circuit current test is only required if this rated quantity is stated by the manufacturer.

(5) The second test of Clause 8.2.7.2 (making test) is not applicable to disconnectors or fuse-combination units including disconnectors.

(6) The electrical endurance test is not required for fuse-disconnectors and disconnector-fuses.

8.1.2 *Essais individuels*

Ceux-ci sont constitués par:

- a) les essais de fonctionnement (voir article 8.3.2);
- b) les essais diélectriques (voir article 8.3.3).

8.1.3 *Essais spéciaux*

Ce sont des essais faisant l'objet d'accords entre le constructeur et l'utilisateur.

Ils peuvent comporter la vérification supplémentaire de l'endurance électrique, conformément à l'annexe C (voir article C-8.4.1).

8.2 *Essais de type*

8.2.1 *Généralités*

Le matériel à essayer doit être conforme dans tous ses détails essentiels aux dessins du type qu'il représente.

Sauf spécification contraire ou sauf indication contraire du constructeur, chaque essai de type doit être effectué sur un matériel propre et neuf.

Sauf indication contraire, les essais doivent être effectués avec la même sorte de courant (et, dans le cas du courant alternatif, avec la même fréquence nominale et avec le même nombre de phases) que celle du service prévu.

Pour les essais, le matériel doit être monté et installé selon les indications du constructeur. Les détails de l'installation (type et taille de l'enveloppe, s'il en existe une, dimensions des conducteurs, etc.) doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

L'entretien ou le remplacement de pièces n'est pas autorisé, mais le graissage et le réglage du matériel, s'ils sont prescrits par le constructeur, sont autorisés pour chaque essai de type.

Si pour la facilité de l'essai il apparaît utile d'augmenter la sévérité d'un essai (par exemple d'adopter une fréquence plus élevée de manœuvre en vue de réduire la durée de l'essai), l'accord préalable du constructeur est nécessaire.

8.2.2 *Vérification des limites d'échauffement*

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 matériel 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 matériel 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.

Quand les essais d'échauffement sont effectués sur un matériel sous enveloppe, il ne doit exister aucune ouverture donnant une ventilation n'existant pas en service.

Pour le matériel fourni sans enveloppe mais destiné à être utilisé sous enveloppe, l'essai au courant nominal thermique correspondant à un montage sous enveloppe doit être effectué dans une enceinte que le constructeur estimera être équivalente à la plus petite enveloppe utilisable en service.

8.1.2 *Routine tests*

They comprise:

- a) operation tests (see Clause 8.3.2);
- b) dielectric tests (see Clause 8.3.3).

8.1.3 *Special tests*

These are tests subject to agreement between manufacturer and user.

They may include the additional verification of electrical endurance, according to Appendix C (see Clause C-8.4.1).

8.2 *Type tests*

8.2.1 *General*

The equipment to be tested shall agree in all its essential details with the drawings of the type which it represents.

Unless otherwise specified or stated by the manufacturer, each type test shall be carried out on an equipment in a clean and new condition.

Unless otherwise stated, the tests shall be made with the same kind of current and, in the case of a.c., at the same rated frequency and with the same number of phases as in the intended service.

For tests, the equipment shall be mounted and installed as indicated by the manufacturer. The details of installation (type and size of enclosure, if any, size of conductors, etc.) shall be part of the test report.

Maintenance or replacements of parts is not permitted, but lubrication and adjustment of the equipment, if prescribed by the manufacturer, is permitted for each type test.

If for convenience of testing, it appears useful to increase the severity of a test (e.g.: to adopt a higher frequency of operation in order to reduce the duration of the test), this must not be done without the consent of the manufacturer.

8.2.2 *Verification of temperature-rise limits*

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 equipment at about half its height and at a distance of about 1 m from the equipment. 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 equipment shall be mounted approximately as under usual service conditions and shall be protected against undue external heating or cooling.

When temperature-rise tests are made on an enclosed equipment, no openings giving false ventilation shall be allowed.

For equipment not supplied with an enclosure but intended to be used in an enclosure, the test for the rated thermal current corresponding to an enclosed mounting shall be carried out in a chamber as stated by the manufacturer to be equivalent to the smallest enclosure that is applicable in service.

Il est admis qu'on puisse, avant de commencer les essais, faire effectuer à l'interrupteur ou à l'appareil mécanique de connexion du combiné un petit nombre de manœuvres en charge ou à vide, ou au sectionneur un petit nombre de manœuvres à vide.

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

Le matériel prévu pour le courant continu peut être essayé en courant alternatif s'il en résulte une plus grande facilité d'essai, mais seulement après accord du constructeur. Le matériel prévu pour le courant alternatif doit être essayé à une fréquence comprise entre 45 et 62 Hz si la fréquence nominale du matériel est de 50 ou de 60 Hz; pour des fréquences nominales plus basses ou plus élevées, une tolérance de $\pm 20\%$ est admise.

Les combinés doivent être munis d'éléments de remplacement dont le courant nominal est égal au courant nominal thermique du combiné. Le compte rendu d'essai doit mentionner tous détails utiles sur les éléments de remplacement utilisés pour l'essai, c'est-à-dire le nom et la référence du constructeur, le courant nominal et le pouvoir de coupure. On admettra que l'essai de type effectué avec les éléments de remplacement spécifiés s'applique à l'utilisation de tout autre élément de remplacement ayant, pour le courant nominal thermique du combiné, une puissance dissipée inférieure ou égale à celle de l'élément de remplacement utilisé pour l'essai.

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 abrégé 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.

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

Pour les valeurs de courant nominal thermique I_{th} inférieures ou égales à 400 A:

- a) Les connexions doivent être des câbles ou des conducteurs de cuivre à âme unique, isolés au p.c.v., dont les sections sont données au tableau VII.
- b) Dans le cas d'un matériel multipolaire essayé en courant alternatif, l'essai doit être effectué en courant monophasé, avec tous les pôles reliés en série, mais seulement dans la mesure où les erreurs provenant des influences magnétiques peuvent être négligées.
- c) Les connexions doivent être à l'air libre et séparées par une distance au moins égale à celle existant entre les bornes.
- d) La longueur minimale de chaque connexion provisoire, mesurée de borne à borne, doit être de:
 - 1 m pour les sections inférieures ou égales à 10 mm²;
 - 2 m pour les sections supérieures à 10 mm².

Pour les valeurs de courant nominal thermique I_{th} supérieures à 400 A mais n'excédant pas 1 600 A:

- a) Les connexions doivent être des barres de cuivre, ayant une finition noire mate, de dimensions données dans le tableau VIII.
- b) Dans le cas d'un matériel multipolaire, l'essai doit être effectué avec le même nombre de phases que celui du service prévu.
- c) Les connexions doivent être à l'air libre et séparées par une distance au moins égale à celle existant entre les bornes.
- d) La longueur minimale de chaque connexion provisoire, mesurée de borne à borne, doit être de 2 m.

It is permissible, before beginning the tests, to operate the switch or the mechanical switching device of the fuse-combination unit a few times with or without load or the disconnecter without load.

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

Tests on d.c. rated equipment 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 equipment shall be made at a frequency of between 45 and 62 Hz where the rated frequency of the equipment is 50 or 60 Hz; for lower or higher rated frequencies, a tolerance of $\pm 20\%$ shall apply.

Fuse-combination units shall be fitted with fuse-links having a rated current equal to the rated thermal current of the combination unit. Details of the fuse-links used for test, i.e. the manufacturer's name and reference, the rated current and the breaking capacity, shall be given in the test report. The type test with the specified fuse-links shall be deemed to cover the use of any other fuse-link having a power loss, at the rated thermal current of the combination unit, not exceeding the power loss of the fuse-link used for the test.

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 Celsius degree 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.

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

For values of rated thermal current I_{th} up to and including 400 A:

- a) The connections shall be single-core, p.v.c.-insulated, copper cables or wires with cross-section areas as given in Table VII.
- b) In case of a multipole equipment tested with a.c., the test shall be carried out with single-phase current, with all poles connected in series, but only as far as the errors resulting from magnetic influences can be neglected.
- c) The connections shall be in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals.
- d) The minimum length of each temporary connection from terminal to terminal shall be:
 - 1 m for cross-sections up to and including 10 mm²;
 - 2 m for cross-sections larger than 10 mm².

For values of rated thermal current I_{th} higher than 400 A but not exceeding 1 600 A:

- a) The connections shall be finished matt black copper strips of the sizes stated in Table VIII.
- b) In case of a multipole equipment, the test shall be carried out with the same number of phases as in the intended service.
- c) The connections shall be in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals.
- d) The minimum length of each temporary connection from terminal to terminal shall be 2 m.

TABEAU VII

Sections normales des conducteurs de cuivre correspondant au courant nominal thermique

Domaine du courant nominal thermique A (1)	0	7,9	15,9	22	30	39	54	72	93	117	147	180	216	250	287	334
	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 nominal thermique A (2)	≤ 6	8	16	25	32	40	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400
		10	20													
<p>(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.</p>																

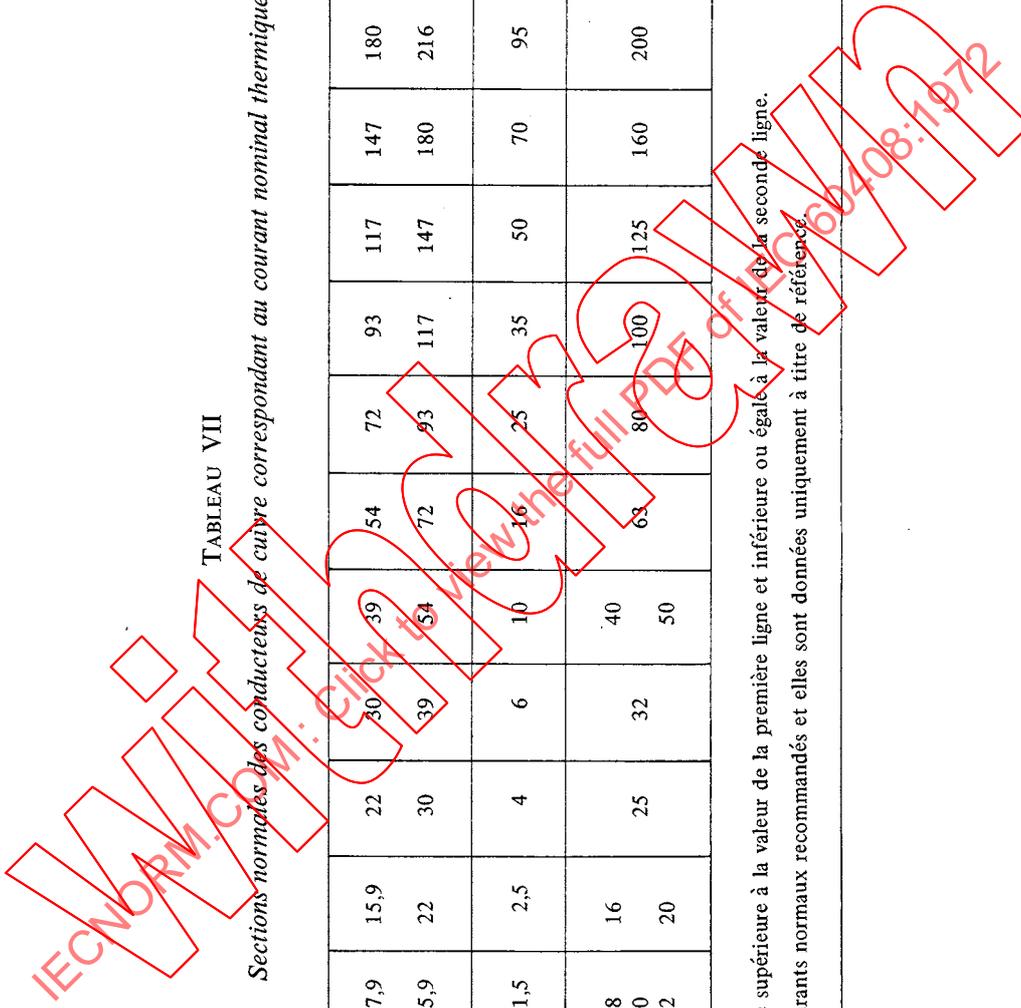
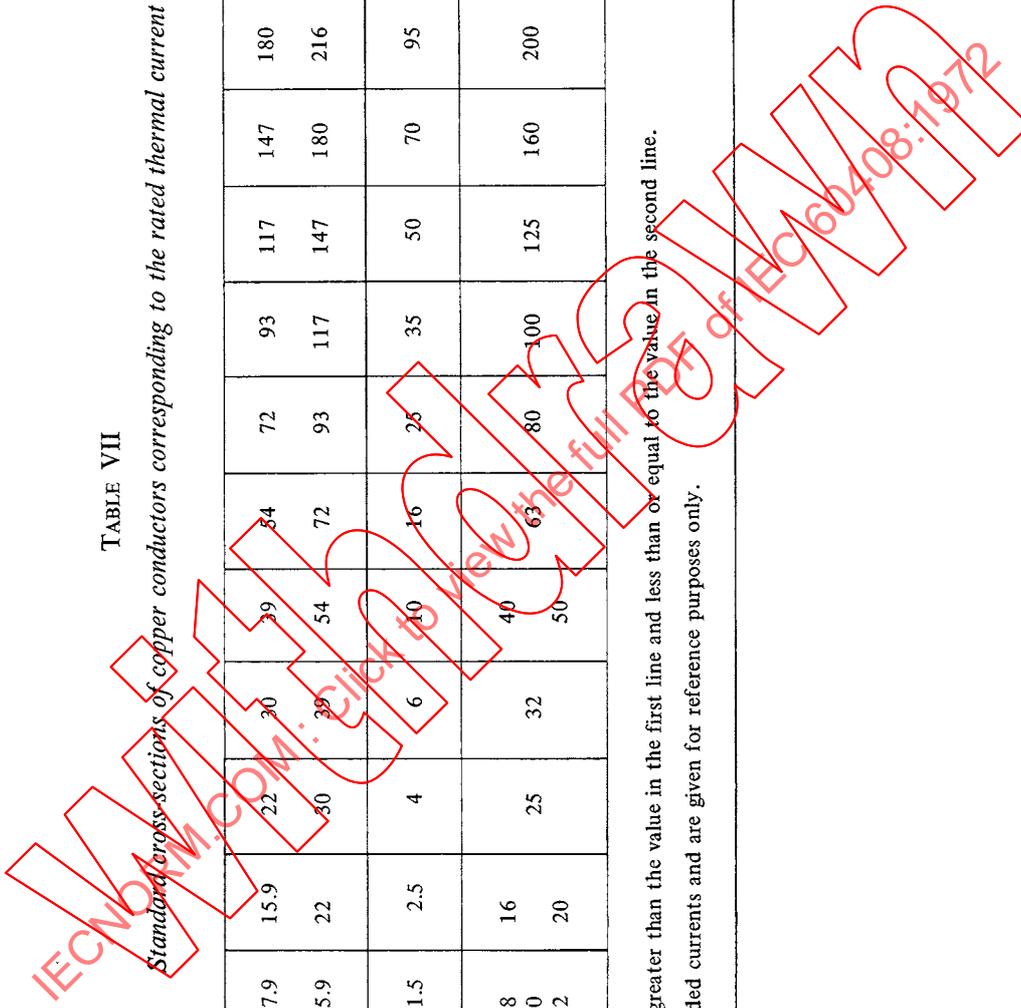


TABLE VII
Standard cross-sections of copper conductors corresponding to the rated thermal current

Range of the rated thermal current A (1)	0	7.9	15.9	22	30	39	54	72	93	117	147	180	216	250	287	334
	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
	≤ 6	8	16	25	32	40	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400
Values of the rated thermal current A (2)	≤ 6	8	16	25	32	40	63	80	100	125	160	200	250	—	315	400
	≤ 6	10	20	32	40	50	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.



Pour les valeurs de courant nominal thermique I_{th} supérieures à 1 600 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.

8.2.2.3 Mesure de la température

La température des différents organes doit être mesurée au moyen de couples thermo-électriques placés le plus près possible du point le plus chaud.

Une bonne conductibilité thermique doit être assurée entre le couple thermo-électrique et la surface de l'organe en essai. Le fil et le raccordement du couple thermo-électrique doivent être tels qu'ils n'aient pas d'influence sur l'échauffement de l'organe en essai.

8.2.2.4 Echauffement d'un organe

L'échauffement d'un organe est la différence entre la température de cet organe, mesurée conformément à l'article 8.2.2.3, et la température de l'air ambiant, mesurée conformément à l'article 8.2.2.1.

8.2.2.5 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 du tableau V constituent les limites des valeurs d'échauffement. Si la température de l'air ambiant lors de 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.

TABLEAU VIII

Connexions normalisées d'essai pour des courants nominaux thermiques supérieurs à 400 A mais n'excédant pas 1 600 A ⁽¹⁾

Courant d'essai (en ampères)	Connexions d'essai (2)	
	Nombre	Dimensions (en millimètres)
400 < I ≤ 500	2	30 × 5
500 < I ≤ 630	2	40 × 5
630 < I ≤ 800	2	50 × 5
800 < I ≤ 1000	2	60 × 5
1000 < I ≤ 1250	2	80 × 5
1250 < I ≤ 1600	4	50 × 5

(1) La distance entre deux barres parallèles de même polarité doit être voisine de 5 mm.

(2) S'il n'est pas possible de relier les barres indiquées aux bornes de l'appareil en essai, on peut utiliser des barres de même section ayant une largeur égale à celle des bornes.

For values of rated thermal current I_{th} higher than 1 600 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.

8.2.2.3 Measurement of the temperature

The temperature of the different parts shall be measured by means of thermocouples at the nearest accessible position to the hottest spot.

Good heat conductivity between the thermocouple and the surface of the part under test shall be ensured. The thermocouple wire and junction shall be such that they do not influence the temperature rise of the part under test.

8.2.2.4 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 8.2.2.3 and the ambient air temperature measured in accordance with Clause 8.2.2.1.

8.2.2.5 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 Table 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.

TABLE VIII
Standard test connections for rated thermal currents
higher than 400 A but not exceeding 1 600 A ⁽¹⁾

Test current (in amperes)	Test connections (2)	
	Number	Dimensions (in millimetres)
400 < I ≤ 500	2	30 × 5
500 < I ≤ 630	2	40 × 5
630 < I ≤ 800	2	50 × 5
800 < I ≤ 1000	2	60 × 5
1000 < I ≤ 1250	2	80 × 5
1250 < I ≤ 1600	4	50 × 5

(1) The spacing between two parallel bars of the same polarity shall be approximately 5 mm.

(2) If the connection of the bars indicated to the terminals of the apparatus under test is not possible, it is allowed to use bars having the same cross-section but a breadth equal to that of the terminals.

8.2.3 *Vérification des qualités diélectriques*

8.2.3.1 *Etat du matériel pour les essais*

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

Dans le cas où le socle du matériel est en matériau isolant, des pièces métalliques doivent être placées à tous les points de fixation suivant les conditions normales d'installation du matériel et ces pièces doivent être considérées comme faisant partie du bâti du matériel. Lorsque le matériel est placé dans une enveloppe isolante, celle-ci doit être recouverte extérieurement d'une feuille métallique reliée au bâti. Si la poignée de manœuvre est métallique, elle devra être reliée au bâti; si elle est en matériau isolant, elle devra être recouverte d'une feuille métallique reliée au bâti.

Le matériel fourni sans enveloppe mais destiné à être utilisé sous enveloppe doit être essayé dans une enveloppe que le constructeur indiquera comme étant équivalente à la plus petite enveloppe utilisable en service.

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

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

La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 minute 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 matériel;
- 2) entre chacun des pôles et tous les autres pôles réunis au bâti du matériel.

Note. — Dans le cas où le socle du matériel est en matériau isolant, voir l'article 8.2.3.1 (deuxième alinéa) pour la signification du mot « bâti ».

Pour un matériel ayant plus d'une position de fermeture, l'essai doit être effectué dans chaque position de fermeture.

b) les contacts principaux étant ouverts:

- 1) entre toutes les parties sous tension de tous les pôles, réunies entre elles, et le bâti du matériel;
- 2) entre les bornes d'un côté réunies entre elles et les bornes de l'autre côté réunies entre elles.

En ce qui concerne les essais ci-dessus, un neutre isolé doit être considéré comme un pôle du matériel.

Pour un matériel ayant plus d'une position d'ouverture, l'essai doit être effectué dans chaque position d'ouverture.

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 de la tension d'essai doit être capable de fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,5 A.

8.2.3 *Verification of dielectric properties*

8.2.3.1 *Condition of the equipment for tests*

Dielectric tests shall be made on new equipment mounted approximately as under usual service conditions, including internal wiring, and in a dry condition.

When the base of the equipment is of insulating material, metallic parts shall be placed at all the fixing points in accordance with the conditions of normal installation of the equipment and these parts shall be considered as part of the frame of the equipment. When the equipment is 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.

Equipments not supplied with an enclosure but intended to be used in an enclosure shall be tested in an enclosure stated by the manufacturer to be equivalent to the smallest that is applicable in service.

When the dielectric strength of the equipment 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*

The test voltage shall be applied for one minute as follows:

- a) with the main contacts closed:
 - 1) between all live parts of all poles connected together and the frame of the equipment;
 - 2) between each pole and all the other poles connected to the frame of the equipment.

Note. — In case where the base of the equipment is of insulating material, see Clause 8.2.3.1, second paragraph, for the meaning of the word “frame”.

On equipment having more than one closed position, the test shall be carried out in each closed position.

- b) with the main contacts open:
 - 1) between all live parts of all poles connected together and the frame of the equipment;
 - 2) between the terminals of one side connected together, and the terminals of the other side connected together.

For the purpose of the above tests, an insulated neutral is to be considered as a pole of the equipment.

On equipment having more than one open position, the test shall be carried out in each open position.

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.

Sauf spécification contraire, la valeur de la tension d'essai doit être celle donnée dans le tableau IX.

TABLEAU IX

Tensions nominales d'isolement 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 nominaux de fermeture et de coupure

8.2.4.1 Etat de l'appareil pour les essais

Pour les types sous enveloppe, l'appareil en essai doit être monté complet dans sa propre enveloppe et toutes les ouvertures normalement fermées en service doivent être fermées pendant l'essai. Pour un appareil fourni sans enveloppe mais destiné à être utilisé sous enveloppe, l'essai doit être effectué dans une enveloppe que le constructeur indiquera comme étant équivalente à la plus petite enveloppe utilisable en service. Le mécanisme de manœuvre de l'appareil mécanique de connexion doit être actionné de façon semblable à celle que le constructeur indique comme normale.

Dans le cas d'essais effectués sur des combinés, les éléments de remplacement doivent être remplacés par des connexions convenables en cuivre.

8.2.4.2 Modalités d'essai

Le circuit d'essai doit être celui décrit à l'article 8.2.4.3.

L'appareil mécanique de connexion doit être fermé et ouvert cinq fois avec un intervalle d'environ 30 secondes entre ces manœuvres.

Note. — Pour les appareils mécaniques de connexion ayant un courant nominal thermique au moins égal à 400 A, l'intervalle de temps peut être augmenté par accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Pour les appareils de catégorie d'emploi AC-23, les essais relatifs au pouvoir de fermeture et les essais relatifs au pouvoir de coupure peuvent être effectués séparément sur le même appareil.

Pendant chaque cycle de manœuvres d'établissement-coupure, il suffit que l'appareil mécanique de connexion reste dans la position de fermeture pendant une durée suffisamment longue pour permettre à la manœuvre électrique de s'effectuer, pour que la valeur du courant à établir soit atteinte et pour que les pièces mobiles de l'appareil mécanique de connexion puissent atteindre leurs positions extrêmes. Après chaque cycle de manœuvres, la tension de rétablissement doit être maintenue pendant au moins 0,1 seconde.

La tension d'essai sera appliquée et la charge sera reliée aux bornes appropriées de l'appareil. Pour un appareil dans lequel un contact mobile reste relié à l'une des bornes quand l'appareil est dans la position d'ouverture, cet essai doit être répété en permutant les connexions d'alimentation et de charge, à moins que les bornes ne soient effectivement et clairement marquées en ce qui concerne la charge et l'alimentation.

Unless otherwise specified, the value of the test voltage shall be as given in Table IX.

TABLE IX

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 making and breaking capacities

8.2.4.1 Condition of the apparatus for tests

For enclosed types, the apparatus under test shall be mounted complete in its own enclosure and any apertures normally closed in service shall be closed for the test. For apparatus not supplied with an enclosure but intended to be used in an enclosure, the test shall be carried out in an enclosure stated by the manufacturer to be equivalent to the smallest that is applicable in service. The operating mechanism of the mechanical switching device shall be operated in a manner similar to that stated by the manufacturer as being normal.

In case of tests carried out on fuse-combination units, fuse-links shall be replaced by suitable copper links.

8.2.4.2 Test procedure

The test circuit shall be as described in Clause 8.2.4.3.

The mechanical switching device shall be closed and opened five times with an interval of approximately 30 seconds between operations.

Note. — For mechanical switching devices of rated thermal current of 400 A or more, the time interval may be increased by agreement between manufacturer and user.

For apparatus of utilization category AC-23, the tests for making capacity and the tests for breaking capacity may be carried out separately on the same apparatus.

During each make-break operating cycle, the mechanical switching device need only stay in the closed position for a period long enough to allow the switching operation to be completed and to enable the current value to be established and the moving parts of the mechanical switching device to come to rest. After each operating cycle, the recovery voltage shall be maintained for at least 0.1 second.

The test voltage and the load shall be applied to the appropriate terminals of the apparatus. For apparatus in which a moving contact remains connected to one of the terminals when the apparatus is in the open position, this test shall be repeated with the supply and load connections interchanged, unless the terminals are specifically and clearly marked for load and supply.

8.2.4.3 Circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure

Les figures 1, 2 et 3, pages 82, 83 et 84, indiquent respectivement les schémas des circuits à utiliser pour les essais.

Les résistances R_1 et R_2 et les inductances L_1 et L_2 du circuit d'essai doivent être réglées de façon à 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 peut 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.

Les charges du circuit d'essai L_1 et R_1 doivent être raccordées du côté « utilisation » de l'appareil.

Le courant présumé de court-circuit au point de raccordement aux bornes d'alimentation de l'appareil doit être au moins égal à la plus petite des deux valeurs suivantes: soit dix fois la valeur du courant d'essai, soit 50 kA.

Toutes les parties de l'appareil 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 détecter 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.

Un appareil tétrapolaire doit être essayé comme un appareil tripolaire, en reliant au bâti le pôle neutre ou inutilisé. Si tous les pôles sont identiques, il suffit d'effectuer un seul essai sur trois pôles adjacents; dans le cas contraire, l'essai doit être répété sur toutes les combinaisons de trois pôles adjacents.

Le circuit d'essai doit être mis directement à la terre en un point et un seul; le compte rendu d'essai doit indiquer la position de ce point.

Pour les essais correspondant aux catégories d'emploi AC-22 et AC-23, la fréquence d'oscillation f et le facteur γ de la tension transitoire de rétablissement présumée doivent être réglés, au moyen de résistances R_p et de condensateurs C_p en parallèle avec la charge, aux valeurs:

$$f = 2\,000 \cdot I_c^{0,2} \cdot U_e^{-0,8} \pm 10\%$$

où: f est la fréquence d'oscillation, en kilohertz
 U_e est la tension nominale d'emploi de l'appareil,
en volts
 I_c est le courant coupé, en ampères.

$$\text{et } \gamma = 1,1 \pm 0,05$$

Note. — La fréquence et l'amplitude de la tension transitoire de rétablissement peuvent être réglées et mesurées comme l'indique l'annexe D de la Publication 292-1 de la CEI relative aux démarreurs de moteurs, mais il n'est pas nécessaire de régler le facteur γ ni la fréquence d'oscillation pour les essais relatifs au seul pouvoir de fermeture.

Pour les essais correspondant à la catégorie d'emploi AC-21, il n'est pas nécessaire de régler la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement présumée.

8.2.4.3 Test circuit for the verification of the rated making and breaking capacities

Figures 1, 2 and 3, pages 82, 83 and 84, respectively give the diagrams of the circuits to be used for the tests.

The resistances R_1 and R_2 and the reactances L_1 and L_2 of the test circuit shall be adjusted to satisfy the specified test conditions. The reactors shall be air cored. They shall be always connected in series with the resistors, and their value may be obtained by series coupling of individual reactors. Parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

The test circuit loads L_1 and R_1 shall be connected on the load side of the apparatus.

The prospective short-circuit current at the point of connection to the supply terminals of the apparatus shall be at least ten times the value of the test current, or at least 50 kA, whichever is the lower.

All parts of the apparatus normally earthed in service, including its enclosure, shall be insulated from earth and connected to a point as indicated on Figure 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.

Apparatus with four poles shall be tested as three-pole apparatus, with the neutral or unused pole connected to the frame. If all poles are identical, one test on three adjacent poles is sufficient; if not, the test shall be repeated on all combinations of three adjacent poles.

The test circuit shall be directly earthed at one point only and the position of this point shall be stated in the test report.

For tests corresponding to utilization categories AC-22 and AC-23, the oscillatory frequency f and the factor γ of the prospective transient recovery voltage shall be adjusted, by means of resistors R_p and/or capacitors C_p in parallel with the load, to the values:

$$f = 2\,000 \cdot I_c^{0.2} \cdot U_e^{-0.8} \pm 10\%$$

where: f = oscillatory frequency, in kilohertz
 U_e = rated operational voltage of the apparatus,
in volts
 I_c = breaking current, in amperes.

$$\text{and } \gamma = 1.1 \pm 0.05$$

Note. — The frequency and amplitude of the transient recovery voltage may be adjusted and measured as described in Appendix D of IEC Publication 292-1 for motor starters, but it is not necessary to adjust factor γ or the oscillatory frequency for tests concerning only the making capacity.

For tests corresponding to utilization category AC-21, it is not necessary to adjust the oscillatory frequency of the prospective transient recovery voltage.

Les essais correspondant aux catégories d'emploi DC-21, DC-22 et DC-23 sont à l'étude; cependant et à moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur, pour les catégories d'emploi DC-22 et DC-23 la charge du circuit d'essai peut être remplacée par un moteur donnant lieu aux valeurs spécifiées de courant et de constante de temps.

Note. — Le cas spécial des sectionneurs de catégories d'emploi AC-20 et DC-20 ayant un pouvoir de fermeture et/ou de coupure doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

8.2.4.4 *Grandeurs d'essai*

Les essais doivent être effectués avec des valeurs indiquées par le constructeur conformément au tableau II de l'article 4.3.11.

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: $\pm 5\%$	— Facteur de puissance: $\pm 0,05$
— Tension: $\pm 5\%$	— Constante de temps: $\pm 15\%$

En courant alternatif, les essais seront effectués à la fréquence nominale de l'appareil, si la station d'essai le permet. Si cette fréquence ne peut être obtenue, l'essai doit être effectué à une fréquence comprise entre 45 et 62 Hz, lorsque la fréquence nominale de l'appareil est de 50 ou 60 Hz. Pour des fréquences nominales plus basses ou plus élevées, une tolérance de $\pm 20\%$ est admise.

On admettra que le facteur de puissance est la moyenne des cosinus de l'angle de déphasage dans toutes les phases; le facteur de puissance de n'importe quelle phase ne doit pas différer de cette valeur moyenne de plus de 25% de cette moyenne.

8.2.4.5 *Comportement de l'appareil pendant les essais de fermeture et de coupure*

Pendant les essais ci-dessus, l'appareil doit se comporter de telle sorte qu'il ne mette pas en danger l'opérateur et qu'il ne cause aucun dommage au matériel voisin. Il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles ou phases et le fil fusible fin doit rester intact.

L'appareil doit rester en état de fonctionner mécaniquement; une soudure des contacts, telle qu'elle empêche d'effectuer la manœuvre d'ouverture par les moyens normaux de manœuvre, n'est pas admise.

8.2.4.6 *Etat de l'appareil après les essais de fermeture et de coupure*

Après les essais effectués comme l'indique l'article 8.2.4.2 et en l'absence de toute opération d'entretien, l'appareil doit être capable de supporter une tension égale à deux fois sa tension nominale d'isolement appliquée comme l'indique l'article 8.2.3.2.

On doit vérifier immédiatement après l'essai que l'appareil mécanique de connexion se ferme et s'ouvre de façon satisfaisante au cours d'une manœuvre de fermeture-ouverture à vide.

Note. — On considérera une manœuvre de fermeture comme satisfaisante si la manœuvre normale de la poignée parcourant sa course complète ferme suffisamment les contacts pour que l'appareil mécanique de connexion soit capable de supporter son courant nominal d'emploi.

Les contacts doivent être dans un état tel qu'ils supportent le courant nominal d'emploi. En cas de doute, un essai d'échauffement devra être effectué sur le même appareil: les échauffements mesurés ne devront pas excéder de plus de 10 °C ceux figurant dans le tableau V ni occasionner de dommages aux pièces voisines.

The tests corresponding to utilization categories DC-21, DC-22 and DC-23 are under consideration; however, for utilization categories DC-22 and DC-23 the test-circuit load may be replaced by a motor producing the specified current and time-constant values, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

Note. — The special case of disconnectors of utilization categories AC-20 and DC-20 having a making and/or breaking capacity is subject to agreement between manufacturer and user.

8.2.4.4 *Test quantities*

The tests shall be performed with values stated by the manufacturer in accordance with Table II of Clause 4.3.11.

The tests shall be taken as valid if the values recorded in the test report differ from the values specified only within the following tolerances:

— Current:	$\pm 5\%$	— Power-factor:	± 0.05
— Voltage:	$\pm 5\%$	— Time-constant:	$\pm 15\%$

For a.c., the tests shall be made at the rated frequency of the apparatus as far as the testing station permits. If this frequency cannot be obtained, the test shall be made at a frequency of between 45 and 62 Hz where the rated frequency of the apparatus is 50 or 60 Hz. For lower or higher rated frequencies, a tolerance of $\pm 20\%$ shall apply.

The power-factor shall be deemed to be the average of the cosines of the angle of phase displacement in all the phases, and the power-factor of any phase shall not vary from the average by more than 25% of that average.

8.2.4.5 *Behaviour of the apparatus during the making and breaking tests*

The apparatus shall perform during the above tests in such a manner as not to endanger an operator or cause damage to adjacent equipment. There shall be no permanent arcing nor flashover between poles or phases, and the fine wire fuse shall remain intact.

The apparatus shall remain mechanically operable and contact welding, such as to prevent an opening operation using normal operating means, is not permitted.

8.2.4.6 *Condition of the apparatus after the making and breaking tests*

After the tests made in accordance with Clause 8.2.4.2, the apparatus shall be capable, without maintenance, of withstanding a voltage equal to twice its rated insulation voltage, applied as stated in Clause 8.2.3.2.

It shall be demonstrated immediately after the test that the mechanical switching device will close and open satisfactorily during a no-load close-open operation.

Note. — A closing operation is considered satisfactory when normal operation of the handle through its full stroke will close the contacts sufficiently for the mechanical switching device to be able to carry its rated operational current.

The contacts shall be in a suitable condition to carry the rated operational current. Where doubt exists, a temperature-rise test shall be carried out on the same apparatus: the measured temperature rises shall not exceed by more than 10 °C the values given in Table V or result in damage to adjacent parts.

8.2.5 *Vérification de la tenue au courant nominal de courte durée admissible*

8.2.5.1 *Etat de l'appareil pour les essais*

L'appareil doit être dans l'état spécifié à l'article 8.2.4.1.

Les essais doivent être faits avec l'appareil mécanique de connexion dans la position de fermeture, à toute tension d'essai convenable et en partant de l'état froid, l'appareil étant à la température de l'air ambiant.

8.2.5.2 *Grandeurs d'essai*

Les essais doivent être effectués au courant nominal de courte durée admissible.

Selon que l'appareil est prévu pour le courant alternatif ou le courant continu, il doit être essayé comme suit. Pour un appareil ayant la même valeur de courant nominal en courant alternatif et en courant continu, l'essai en courant alternatif sera considéré comme valable pour le courant continu.

a) En courant alternatif

Les essais doivent être effectués à la fréquence nominale de l'appareil, avec une tolérance de $\pm 25\%$.

Le courant doit être appliqué pendant le temps spécifié à l'article 4.3.7, sa valeur étant la valeur efficace du courant déterminée d'après l'oscillogramme. Cette valeur 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 courant nominal de courte durée admissible, la valeur de n étant donnée à la 3^e colonne du tableau X.

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 nominal de courte durée admissible par la durée nominale du court-circuit.

1) Si le décrement du courant de court-circuit de la station d'essai est tel que le courant nominal de courte durée admissible ne puisse pas être obtenu pendant la durée nominale 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 spécifiée, la valeur efficace du courant doit être augmentée au-delà de la valeur spécifiée, la durée de l'essai sera réduite en conséquence.

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 nominale 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.

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.

8.2.5 *Verification of ability to carry the rated short-time withstand current*

8.2.5.1 *Condition of the apparatus for tests*

The apparatus shall be in the condition specified in Clause 8.2.4.1.

The tests shall be made with the mechanical switching device in the closed position, at any convenient test voltage and starting from the cold state with the apparatus at the ambient air temperature.

8.2.5.2 *Test quantities*

The tests shall be performed at the rated short-time withstand current.

Depending on whether an apparatus is rated a.c. or d.c., it shall be tested as follows. For an apparatus having the same rated current value for a.c. and d.c., the a.c. test shall be taken as valid for the d.c. rating.

a) For a.c.

The tests shall be made at the rated frequency of the apparatus with a tolerance of $\pm 25\%$.

The current shall be applied for the time specified in Clause 4.3.7 and its value is the r.m.s. value determined from the oscillogram. This value shall be equal to or higher than the specified value in at least one pole.

The highest peak value of the current during the first cycle of the test shall be not less than n times the rated short-time withstand current, the value of n being as stated in the third column of Table X.

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 square of the current times 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.

b) For d.c.

The current shall be applied for the specified time and its mean 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.

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.

TABEAU X

Relation entre la valeur de crête et la valeur efficace d'un courant

Valeur efficace du courant (en ampères)	Facteur de puissance normal	Rapport n entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant
$I \leq 10\,000$	0,5	1,7
$10\,000 < I \leq 20\,000$	0,3	2,0
$20\,000 < I \leq 50\,000$	0,25	2,1
$I > 50\,000$	0,2	2,2

8.2.5.3 *Comportement de l'appareil pendant les essais*

L'appareil doit se comporter comme il est indiqué à l'article 8.2.4.5 chaque fois que ce dernier est applicable.

8.2.5.4 *Etat de l'appareil après les essais*

Après les essais de vérification de la tenue au courant de courte durée admissible, les parties mécaniques et l'isolation de l'appareil doivent être pratiquement dans le même état qu'avant les essais. De plus, l'appareil doit satisfaire aux prescriptions de l'article 8.2.4.6.

8.2.6 *Vérification du courant nominal de court-circuit conditionnel*

A l'étude.

8.2.7 *Vérification du courant nominal de court-circuit avec fusible*

8.2.7.1 *Etat de l'appareil pour les essais*

L'appareil doit être dans l'état spécifié à l'article 8.2.4.1, mais on doit utiliser les éléments de remplacement indiqués par le constructeur.

8.2.7.2 *Modalités des essais*

Le circuit d'essai doit être celui décrit à l'article 8.2.7.3.

Un premier essai doit être effectué sur l'appareil, avec l'appareil mécanique de connexion dans la position de fermeture, relié en série à des éléments de remplacement dont le courant nominal maximal et le pouvoir de coupure nominal sont estimés convenables par le constructeur pour être utilisés avec cet appareil mécanique de connexion.

On appliquera un courant présumé correspondant au courant nominal de court-circuit avec fusible de l'appareil. La valeur du courant sera la valeur efficace déterminée à partir de l'oscillogramme du courant présumé.

Lorsque l'appareil mécanique de connexion est un interrupteur ou un interrupteur-sectionneur, un second essai sera effectué avec de nouveaux éléments de remplacement et le circuit d'essai sera mis sous tension avec l'appareil mécanique de connexion ouvert. L'appareil mécanique de connexion sera fermé sur un courant présumé correspondant au courant nominal de court-circuit avec fusible de l'appareil.

TABLE X

Relationship between the peak and r.m.s. values of current

R.M.S. value of current (in amperes)	Standard power-factor	Ratio n between the peak and the r.m.s. values of current
$I \leq 10\,000$	0.5	1.7
$10\,000 < I \leq 20\,000$	0.3	2.0
$20\,000 < I \leq 50\,000$	0.25	2.1
$I > 50\,000$	0.2	2.2

8.2.5.3 *Behaviour of the apparatus during the tests*

The apparatus shall behave as specified in Clause 8.2.4.5 where applicable.

8.2.5.4 *Condition of the apparatus after the tests*

After the short-time withstand-current tests, the mechanical parts and the insulation of the apparatus shall be substantially in the same condition as before the tests. Furthermore, the apparatus shall comply with the requirements of Clause 8.2.4.6.

8.2.6 *Verification of the rated conditional short-circuit current*

Under consideration.

8.2.7 *Verification of the rated fused short-circuit current*

8.2.7.1 *Condition of the apparatus for the tests*

The apparatus shall be in the condition specified in Clause 8.2.4.1, but the fuse-links stated by the manufacturer shall be used.

8.2.7.2 *Test procedure*

The test circuit shall be as described in Clause 8.2.7.3.

A first test shall be made on the apparatus, with the mechanical switching device in the closed position, connected in series with fuse-links of the rated maximum current and rated breaking capacity deemed suitable by the manufacturer for use with that mechanical switching device.

A prospective current corresponding to the rated fused short-circuit current of the apparatus shall be applied. The current value is the r.m.s. value determined from the prospective current oscillogram.

When the mechanical switching device is a switch or a switch-disconnector, a second test shall be made with new fuse-links and the test circuit made live with the mechanical switching device open. The mechanical switching device shall be closed onto a prospective current corresponding to the rated fused short-circuit current of the apparatus.

La tension de rétablissement sera maintenue pendant au moins 0,1 seconde après interruption du courant d'essai par les fusibles.

Le compte rendu d'essai devra donner une description détaillée des éléments de remplacement utilisés pour l'essai, par exemple le nom et la référence du constructeur, le courant nominal, la tension nominale et le pouvoir de coupure ainsi que l'intégrale de Joule et le courant coupé limité obtenus au cours de l'essai. On admettra que l'essai de type avec les éléments de remplacement spécifiés s'applique à l'utilisation de n'importe quel autre élément de remplacement dont les valeurs de l'intégrale de Joule et du courant coupé limité, pour le courant nominal de court-circuit avec fusible de l'appareil, n'excèdent pas celles des éléments de remplacement utilisés pour l'essai.

8.2.7.3 *Circuit d'essai*

Les figures 1, 2 et 3, pages 82, 83 et 84, représentent les schémas des circuits à utiliser pour les essais.

La résistance R_2 et l'inductance L_2 du circuit d'essai doivent être réglées de façon à 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 peut 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.

Les charges du circuit d'essai L_1 et R_1 ne sont pas mises en circuit pour les essais de courant de court-circuit avec fusible.

Le circuit d'essai doit être mis directement à la terre en un point et un seul; le compte rendu d'essai doit indiquer la position de ce point.

Toutes les parties de l'appareil 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.

Un appareil tétrapolaire doit être essayé comme un appareil tripolaire, en reliant au bâti le pôle neutre ou inutilisé. Si tous les pôles sont identiques, il suffit d'effectuer un seul essai sur trois pôles adjacents; dans le cas contraire, l'essai doit être répété sur toutes les combinaisons de trois pôles adjacents.

8.2.7.4 *Grandeurs d'essai*

En courant alternatif, les essais doivent être effectués à la fréquence nominale de l'appareil si la station d'essai le permet. Si cette fréquence ne peut être obtenue, l'essai doit être effectué à une fréquence comprise entre 45 et 62 Hz, lorsque la fréquence nominale de l'appareil est de 50 ou 60 Hz. Pour des fréquences nominales plus basses ou plus élevées, une tolérance de $\pm 20\%$ est admise.

La valeur moyenne de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à une valeur correspondant à au moins 110% et au plus 115% de la tension nominale d'emploi fixée par le constructeur. En courant alternatif, le facteur de puissance du circuit doit répondre aux valeurs du tableau X correspondant au courant nominal de court-circuit avec fusible fixé pour l'appareil; en courant continu, la constante de temps doit être de 15 ms, sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur. En courant alternatif, la valeur efficace de la

The recovery voltage shall be maintained for at least 0.1 second after interruption of the test current by the fuses.

Details of the fuse-links used for the test, i.e. the manufacturer's name and reference, rated current, rated voltage and breaking capacity shall be given in the test report and, in addition, the Joule-integral and cut-off current obtained during the test. The type test with the specified fuse-links shall be deemed to cover the use of any other fuse-link having a Joule-integral and cut-off current values at the rated fused short-circuit current of the apparatus not exceeding those of the fuse-links used for the test.

8.2.7.3 Test circuit

Figures 1, 2 and 3, pages 82, 83 and 84, give the diagrams of the circuits to be used for the tests.

The resistance R_2 and reactance L_2 of the test circuit shall be adjusted to satisfy the specified test conditions. The reactors shall be air cored. They shall be always connected in series with the resistors, and their value may be obtained by series coupling of individual reactors. Parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

The test circuit loads L_1 and R_1 are not included for the fused short-circuit current tests.

The test circuit shall be directly earthed at one point only and the position of this point shall be stated in the test report.

All parts of the apparatus normally earthed in service, including its enclosure, shall be insulated from earth and connected to a point as indicated on Figure 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.

Apparatus with four poles shall be tested as three-pole apparatus, with the neutral or unused pole connected to the frame. If all poles are identical, one test on three adjacent poles is sufficient; if not, the test shall be repeated on all combinations of three adjacent poles.

8.2.7.4 Test quantities

For a.c., the tests shall be made at the rated frequency of the apparatus as far as the testing station permits. If this frequency cannot be obtained, the tests shall be made at a frequency between 45 and 62 Hz where the rated frequency of the apparatus is 50 or 60 Hz. For lower or higher rated frequencies, a tolerance of $\pm 20\%$ shall apply.

The average value of the power-frequency recovery voltage shall be equal to a value corresponding to not less than 110% and not more than 115% of the rated operational voltage stated by the manufacturer. For a.c., the power-factor of the circuit shall be in accordance with the values in Table X appropriate to the rated fused short-circuit current assigned to the apparatus; for d.c., the time-constant shall be 15 ms, unless otherwise agreed between manufacturer and user. For a.c., the r.m.s. value of the a.c. component of the prospective current in any phase

composante périodique du courant présumé dans n'importe quelle phase doit être égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de $\begin{matrix} +15\% \\ 0\% \end{matrix}$. En courant continu, la valeur en régime établi du courant présumé, atteinte peu de temps après la fermeture du circuit, doit être égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de $\begin{matrix} +15\% \\ 0\% \end{matrix}$.

8.2.7.5 *Comportement de l'appareil pendant les essais de courant nominal de court-circuit avec fusible*

L'appareil doit se comporter comme il est spécifié à l'article 8.2.4.5.

8.2.7.6 *Etat de l'appareil après les essais de courant nominal de court-circuit avec fusible*

Après les essais de vérification au courant nominal de court-circuit avec fusible, l'appareil doit satisfaire aux prescriptions de l'article 8.2.5.4.

8.2.8 *Vérification du pouvoir nominal de fermeture en court-circuit*

8.2.8.1 *Etat de l'appareil pour les essais*

L'appareil doit être dans l'état spécifié à l'article 8.2.4.1.

8.2.8.2 *Modalités d'essai*

Le circuit d'essai doit être celui décrit à l'article 8.2.4.3, mais les charges du circuit d'essai L_1 et R_1 ne sont pas mises en circuit pour cet essai.

L'appareil mécanique de connexion sera fermé deux fois avec un intervalle d'environ 3 minutes entre ces manœuvres sur une valeur de crête du courant présumé au moins égale au pouvoir nominal de fermeture en court-circuit de l'appareil. Le courant sera maintenu pendant au moins 0,1 seconde.

8.2.8.3 *Grandeurs d'essai*

La valeur de crête du courant présumé est déterminée à partir de l'oscillogramme d'étalonnage. Dans le cas d'un essai en courant alternatif triphasé, sa valeur devra être prise égale à la plus grande valeur de crête des 3 phases.

Note. — Dans le cas d'essais d'appareils 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, selon l'instant d'établissement du courant, de la valeur de crête du courant présumé établi correspondant à l'essai.

En courant alternatif, le facteur de puissance doit, avec une tolérance de $\pm 0,05$, avoir la valeur donnée par le tableau X pour la valeur efficace du courant correspondant à la valeur de crête du courant présumé. Le facteur de puissance d'un circuit polyphasé est considéré comme étant la moyenne des facteurs de puissance de chaque phase; le facteur de puissance de n'importe quelle phase ne doit pas différer de la valeur moyenne de plus de 25% de cette moyenne. Le compte rendu d'essai devra indiquer la valeur moyenne.

En courant continu, la valeur de la constante de temps doit être de 15 millisecondes, à moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur. Pour un appareil ayant la même valeur de courant nominal en courant alternatif et en courant continu, l'essai en courant alternatif sera considéré comme valable pour le courant continu.

La fréquence doit être la fréquence nominale de l'appareil avec une tolérance de $\pm 25\%$.

La tension appliquée doit être égale à 100% de la tension nominale d'emploi de l'appareil, avec une tolérance de $\pm 5\%$.

8.2.8.4 *Comportement de l'appareil pendant l'essai*

L'appareil doit se comporter comme il est spécifié à l'article 8.2.4.5.

shall be equal to the specified value with a tolerance of $\begin{matrix} +15\% \\ 0\% \end{matrix}$. For d.c., the steady-state value of the prospective current reached shortly after the circuit is closed shall be equal to the specified value with a tolerance of $\begin{matrix} +15\% \\ 0\% \end{matrix}$.

8.2.7.5 *Behaviour of the apparatus during the rated fused short-circuit-current tests*

The apparatus shall behave as specified in Clause 8.2.4.5.

8.2.7.6 *Condition of the apparatus after the rated fused short-circuit-current tests*

After the rated fused short-circuit-current tests, the apparatus shall comply with the requirements of Clause 8.2.5.4.

8.2.8 *Verification of the rated short-circuit making capacity*

8.2.8.1 *Condition of the apparatus for tests*

The apparatus shall be in the condition specified in Clause 8.2.4.1.

8.2.8.2 *Test procedure*

The test circuit shall be as described in Clause 8.2.4.3, but test circuit loads L_1 and R_1 are not included for this test.

The mechanical switching device shall be closed twice with an interval of approximately 3 minutes between these operations onto a prospective peak current not less than the rated short-circuit making capacity of the apparatus. The current shall be maintained for at least 0.1 second.

8.2.8.3 *Test quantities*

The prospective peak current is determined from the calibration oscillogram. In the case of a three-phase a.c. test, it shall be taken as the highest peak value of the three phases.

Note. — For tests on single-pole apparatus, 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.

For a.c., the power-factor shall be within ± 0.05 of the value given in Table X for the r.m.s. value of current corresponding to the prospective peak current. The power-factor of a poly-phase circuit is considered as the average of the power-factors of each phase and the power-factor of any phase shall not vary from the average by more than 25% of that average. The average shall be given in the test report.

For d.c., the value of the time-constant shall be 15 milliseconds, unless otherwise agreed between manufacturer and user. For an apparatus having the same rated current value for a.c. and d.c., the a.c. test shall be taken as valid for the d.c. rating.

The frequency shall be the rated frequency of the apparatus with a tolerance of $\pm 25\%$.

The applied voltage shall be equal to 100% of the rated operational voltage of the apparatus, with a tolerance of $\pm 5\%$.

8.2.8.4 *Behaviour of the apparatus during the test*

The apparatus shall behave as specified in Clause 8.2.4.5.

8.2.8.5 *Etat de l'appareil après l'essai*

Après l'essai de vérification du pouvoir nominal de fermeture en court-circuit, l'appareil doit répondre aux prescriptions de l'article 8.2.5.4.

8.2.9 *Vérification de l'endurance mécanique*

8.2.9.1 *Etat du matériel pour les essais*

Le matériel doit être monté de façon analogue à celle prévue en service. Le mécanisme de manœuvre doit être actionné de façon analogue à la manœuvre en service normal.

Pendant l'essai, le circuit principal ne doit être ni sous tension ni sous courant.

8.2.9.2 *Modalités d'essai*

On devra faire effectuer au matériel le nombre de cycles de manœuvres spécifié à l'article 4.3.12. La fréquence de manœuvre peut être n'importe quelle valeur convenable pourvu que les pièces mobiles de l'appareil mécanique de connexion puissent aller jusqu'au bout de leurs courses entre deux manœuvres successives.

8.2.9.3 *Etat du matériel après les essais*

L'état du matériel doit être celui indiqué à l'article 8.2.4.6, mais une certaine usure est tolérée sur les parties du mécanisme et les contacts pourvu que l'appareil mécanique de connexion fonctionne correctement.

Quand la conception du matériel l'autorise, il est permis de procéder à un entretien mais non au remplacement des contacts et, dans ces conditions, le matériel doit pouvoir supporter son courant nominal d'emploi sans que soient dépassées les limites d'échauffement spécifiées au tableau V. En cas de doute, un essai d'échauffement au courant nominal d'emploi doit être effectué sur le même matériel.

8.2.10 *Vérification de l'endurance électrique*

8.2.10.1 *Etat de l'appareil pour les essais*

L'appareil doit être monté de façon analogue à celle prévue en service. Le mécanisme de manœuvre doit être actionné de façon analogue à la manœuvre en service normal.

8.2.10.2 *Modalités d'essai*

On devra faire effectuer à l'appareil le nombre de cycles de manœuvres fixé par le constructeur selon l'article 4.3.13. Si ce nombre n'est pas fixé, il devra être égal à 1/20 du nombre de cycles de manœuvres mécaniques spécifié à l'article 4.3.12. Le compte rendu d'essai devra mentionner la fréquence de manœuvre.

8.2.10.3 *Circuit d'essai*

Le circuit d'essai doit répondre aux prescriptions de l'article 8.2.4.3, mais il n'est pas nécessaire de régler la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement.

8.2.10.4 *Grandeurs d'essai*

Les essais doivent être effectués avec les valeurs fixées par le constructeur selon le tableau IV de l'article 4.3.13. 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: $\pm 5\%$	— Facteur de puissance: $\pm 0,05$
— Tension: $\pm 5\%$	— Constante de temps: $\pm 15\%$

8.2.8.5 *Condition of the apparatus after the test*

After the short-circuit making capacity test, the apparatus shall comply with the requirements of Clause 8.2.5.4.

8.2.9 *Verification of the mechanical endurance*

8.2.9.1 *Condition of the equipment for the tests*

The equipment shall be mounted in a way similar to that expected in service. The operating mechanism shall be operated in a manner similar to normal service operation.

During the test, there shall be no voltage or current in the main circuit.

8.2.9.2 *Test procedure*

The equipment shall be operated for the number of operating cycles specified in Clause 4.3.12. The operating frequency may be any convenient value provided that the moving parts of the mechanical switching device are allowed to come to rest between two successive operations.

8.2.9.3 *Condition of the equipment after the tests*

The condition of the equipment shall be as stated in Clause 8.2.4.6, but some wear on the mechanism parts and the contacts may be allowed provided that the mechanical switching device functions correctly.

Where the design of the equipment permits, maintenance, but not replacement of the contacts, is permissible and under these conditions the equipment shall be able to carry its rated operational current without the temperature-rise limits specified in Table V being exceeded. Where doubt exists, a temperature-rise test at the rated operational current shall be made on the same equipment.

8.2.10 *Verification of the electrical endurance*

8.2.10.1 *Condition of the apparatus for the tests*

The apparatus shall be mounted in a way similar to that expected in service. The operating mechanism shall be operated in a manner similar to normal service operation.

8.2.10.2 *Test procedure*

The apparatus shall be operated for the number of operating cycles stated by the manufacturer in accordance with Clause 4.3.13. If this number is not stated, it shall be 1/20 of the number of the mechanical operating cycles specified in Clause 4.3.12. The operating frequency shall be stated in the test report.

8.2.10.3 *Test circuit*

The circuit shall be as in Clause 8.2.4.3, but it is not necessary to adjust the oscillatory frequency of the transient recovery voltage.

8.2.10.4 *Test quantities*

The tests shall be performed with the values stated by the manufacturer in accordance with Table IV of Clause 4.3.13. The tests shall 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:	± 0.05
— Voltage:	± 5%	— Time-constant:	± 15%

8.2.10.5 *Comportement de l'appareil pendant les essais*

L'appareil doit se comporter comme il est spécifié à l'article 8.2.4.5.

8.2.10.6 *Etat de l'appareil après les essais*

L'état de l'appareil doit être celui indiqué à l'article 8.2.4.6, mais une certaine usure est tolérée sur les parties du mécanisme et les contacts pourvu que l'appareil mécanique de connexion fonctionne correctement.

Quand la conception de l'appareil l'autorise, il est permis de procéder à un entretien mais non au remplacement des contacts et, dans ces conditions, l'appareil doit pouvoir supporter son courant nominal d'emploi sans que soient dépassées les limites d'échauffement spécifiées au tableau V. En cas de doute, un essai d'échauffement au courant nominal d'emploi doit être effectué sur le même appareil.

En cas de doute concernant l'état des plaquettes d'argent dont il est fait mention dans la note (*) du tableau V, un essai d'échauffement sera effectué au courant nominal thermique. L'échauffement des contacts ne devra pas excéder de plus de 10 °C les valeurs obtenues lors de l'essai d'un appareil semblable selon les prescriptions de l'article 8.2.2.

8.3 *Essais individuels*

8.3.1 *Généralités*

Les essais individuels doivent être effectués dans les mêmes conditions que celles spécifiées aux articles ci-dessus pour les essais de type ou dans des conditions équivalentes.

8.3.2 *Essais de fonctionnement*

Un essai doit être fait pour vérifier le fonctionnement mécanique correct du matériel.

8.3.3 *Essais diélectriques*

Les essais doivent être effectués sur du matériel 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 1 seconde.

La tension d'essai doit être appliquée dans les conditions suivantes:

- a) entre les pôles, les contacts principaux étant fermés (les contacts principaux étant ouverts s'il existe un circuit en dérivation entre les pôles);
- b) entre les pôles et le bâti du matériel, les contacts principaux étant fermés;
- c) entre les bornes de chaque pôle, les contacts principaux étant ouverts.

L'usage d'une feuille métallique, mentionné à l'article 8.2.3.1, n'est pas nécessaire.

8.2.10.5 *Behaviour of the apparatus during the tests*

The apparatus shall behave as specified in Clause 8.2.4.5.

8.2.10.6 *Condition of the apparatus after the tests*

The condition of the apparatus shall be as stated in Clause 8.2.4.6, but some wear on the mechanism parts and contacts may be allowed provided that the mechanical switching device functions correctly.

Where the design of the apparatus permits, maintenance, but not replacement of the contacts, is permissible, and under these conditions the apparatus shall be able to carry its rated operational current without the temperature-rise limits specified in Table V being exceeded. Where doubt exists, a temperature-rise test at the rated operational current shall be made on the same apparatus.

In case of doubt regarding the condition of the silver facing mentioned in the Note (*) of Table V, a temperature-rise test shall be made at the rated thermal current. The temperature rise of the contacts shall not exceed by more than 10 °C the values obtained when a similar apparatus has been tested in accordance with Clause 8.2.2.

8.3 *Routine tests*

8.3.1 *General*

Routine tests shall be carried out under the same, or equivalent, conditions to those specified for type tests in the above clauses.

8.3.2 *Operation test*

A test shall be made to verify the correct mechanical operation of the equipment.

8.3.3 *Dielectric tests*

The tests shall be carried out on dry and clean equipment.

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 1 second.

The test voltage shall be applied as follows:

- a) between poles with the main contacts closed (with the main contacts open if there is a shunt circuit between poles);
- b) between poles and the frame of the equipment with the main contacts closed;
- c) across the terminals of each pole with the main contacts open.

The use of a metal foil, as specified in Clause 8.2.3.1, is unnecessary.

ANNEXE A

INDICATIONS À FOURNIR PAR L'UTILISATEUR QUAND LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT EN SERVICE
DIFFÈRENT DES CONDITIONS NORMALES

A1. Température de l'air ambiant

L'utilisateur devra spécifier au constructeur les limites prévues pour la température de l'air ambiant si celle-ci peut être inférieure à -5°C ou supérieure à $+40^{\circ}\text{C}$.

A2. Altitude

L'utilisateur devra spécifier au constructeur l'altitude du lieu d'emploi si cette altitude est supérieure à 2 000 m.

A3. Conditions atmosphériques

L'utilisateur devra appeler l'attention du constructeur dans le cas où l'atmosphère dans laquelle le matériel doit être installé peut avoir un degré d'humidité relative supérieur aux valeurs indiquées à l'article 6.1.3 ou peut contenir une proportion anormale de poussières, d'acides, de gaz corrosifs, etc. Il en est de même dans le cas où le matériel doit être installé au voisinage de la mer.

A4. Conditions d'installation

L'utilisateur devra appeler l'attention du constructeur dans le cas où le matériel peut être monté sur un engin en mouvement, si son support est susceptible de prendre une inclinaison permanente ou temporaire (matériel monté à bord de navires) ou s'il peut être exposé en service à des vibrations ou à des chocs anormaux.

A5. Conducteurs de raccordement à d'autres appareils

L'utilisateur devra indiquer au constructeur la nature et les dimensions des conducteurs de raccordement électrique à d'autres appareils, afin de lui permettre de prévoir des enveloppes et des bornes répondant aux conditions de montage et d'échauffement prescrites par la présente recommandation, ainsi que de prévoir, si c'est nécessaire, l'espace permettant un épanouissement des conducteurs à l'intérieur de l'enveloppe.

A6. Contacts auxiliaires

L'utilisateur devra spécifier le nombre et le type des contacts auxiliaires à fournir pour remplir des fonctions telles que la signalisation, le verrouillage, etc.

APPENDIX A

INFORMATION TO BE GIVEN BY THE USER WHEN CONDITIONS
FOR OPERATION IN SERVICE DIFFER FROM THE STANDARD

A1. Ambient air temperature

The user shall state to the manufacturer the expected range of ambient air temperature if this temperature can be lower than -5°C or higher than $+40^{\circ}\text{C}$.

A2. Altitude

The user shall state to the manufacturer the altitude of the place of installation if it is more than 2 000 metres (6 600 feet).

A3. Atmospheric conditions

The user shall call the manufacturer's attention in case the atmosphere in which the equipment is to be installed may have a relative humidity greater than the values specified in Clause 6.1.3 or contain an abnormal amount of dust, acids, corrosive gases, etc. The same applies if the equipment is to be installed near the sea.

A4. Conditions of installation

The user shall call the manufacturer's attention in case the equipment may be fitted to a moving device, if its support may be capable of assuming a sloping position either permanently or temporarily (equipment fitted aboard ships), or if it may be exposed in service to abnormal shocks or vibrations.

A5. Connections with other apparatus

The user shall inform the manufacturer of the type and dimensions of electrical connections with other apparatus in order to enable him to provide enclosures and terminals meeting the conditions of installation and temperature rise prescribed by this Recommendation, and also to enable him to provide space where necessary to spread out conductors within the enclosure.

A6. Auxiliary contacts

The user shall specify the number and type of auxiliary contacts to be supplied to satisfy requirements such as signalling, interlocking, etc.

ANNEXE B

DISTANCES D'ISOLEMENT ET LIGNES DE FUITE

B1. Introduction

Il n'est pas possible d'établir une série de règles simples relatives aux distances d'isolement et aux lignes de fuite qui puissent être applicables au matériel, en raison de la grande influence de facteurs variables tels que les conditions atmosphériques, le type d'isolation employé, la disposition des trajets de fuite et les conditions du réseau dans lequel le matériel doit être utilisé.

En conséquence, cette annexe a pour but de servir de guide en ce qui concerne les valeurs des distances d'isolement et lignes de fuite minimales à employer. Les valeurs données sont basées sur celles qui figurent dans diverses spécifications nationales et qui sont reconnues comme donnant satisfaction dans les conditions industrielles normales et dans les conditions de réseaux rencontrées généralement dans la majorité des pays où ces spécifications sont en vigueur.

Des recherches ultérieures seront nécessaires pour obtenir une meilleure connaissance des effets des divers facteurs et, par là, pour déterminer un ensemble de règles de portée plus générale.

B2. Généralités

B2.1 Il est recommandé de prévoir à la surface des parties isolantes des nervures disposées de manière à rompre la continuité de tout dépôt conducteur qui viendrait à s'y former.

B2.2 Les parties conductrices recouvertes uniquement de vernis ou d'émail, ou protégées seulement par oxydation ou au moyen d'un procédé similaire, ne sont pas considérées comme étant isolées du point de vue des distances d'isolement et des lignes de fuite.

B2.3 Les distances d'isolement et les lignes de fuite recommandées doivent être conservées dans les conditions suivantes:

- a) D'une part sans les connexions électriques extérieures, d'autre part lorsque des conducteurs isolés ou nus, du type et de toutes dimensions spécifiés pour le matériel, sont raccordés conformément aux instructions du constructeur, si elles existent.
- b) Après remplacement de pièces interchangeables, compte tenu des tolérances de fabrication maximales admissibles.
- c) Compte tenu des déformations possibles dues aux effets de la température, du vieillissement, des chocs et des vibrations ou aux conditions de court-circuit que le matériel peut avoir à supporter.

B3. Valeurs minimales des distances d'isolement et des lignes de fuite

Les valeurs minimales des distances d'isolement et des lignes de fuite sont données dans le tableau suivant.

(Le tableau est à l'étude)

B4. Prescriptions de sécurité relatives à la distance de sectionnement

(A l'étude)