

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

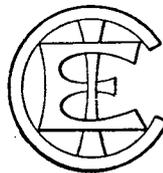
Publication 420

Première édition — First edition

1973

**Combinés interrupteurs-fusibles et combinés disjoncteurs-fusibles
à haute tension pour courant alternatif**

**High-voltage alternating current fuse-switch combinations
and fuse-circuit-breaker combinations**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

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

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

Terminologie utilisée dans la présente publication

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Revision of this publication

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

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

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

Terminology used in this publication

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 420

Première édition — First edition

1973

**Combinés interrupteurs-fusibles et combinés disjoncteurs-fusibles
à haute tension pour courant alternatif**

**High-voltage alternating current fuse-switch combinations
and fuse-circuit-breaker combinations**



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

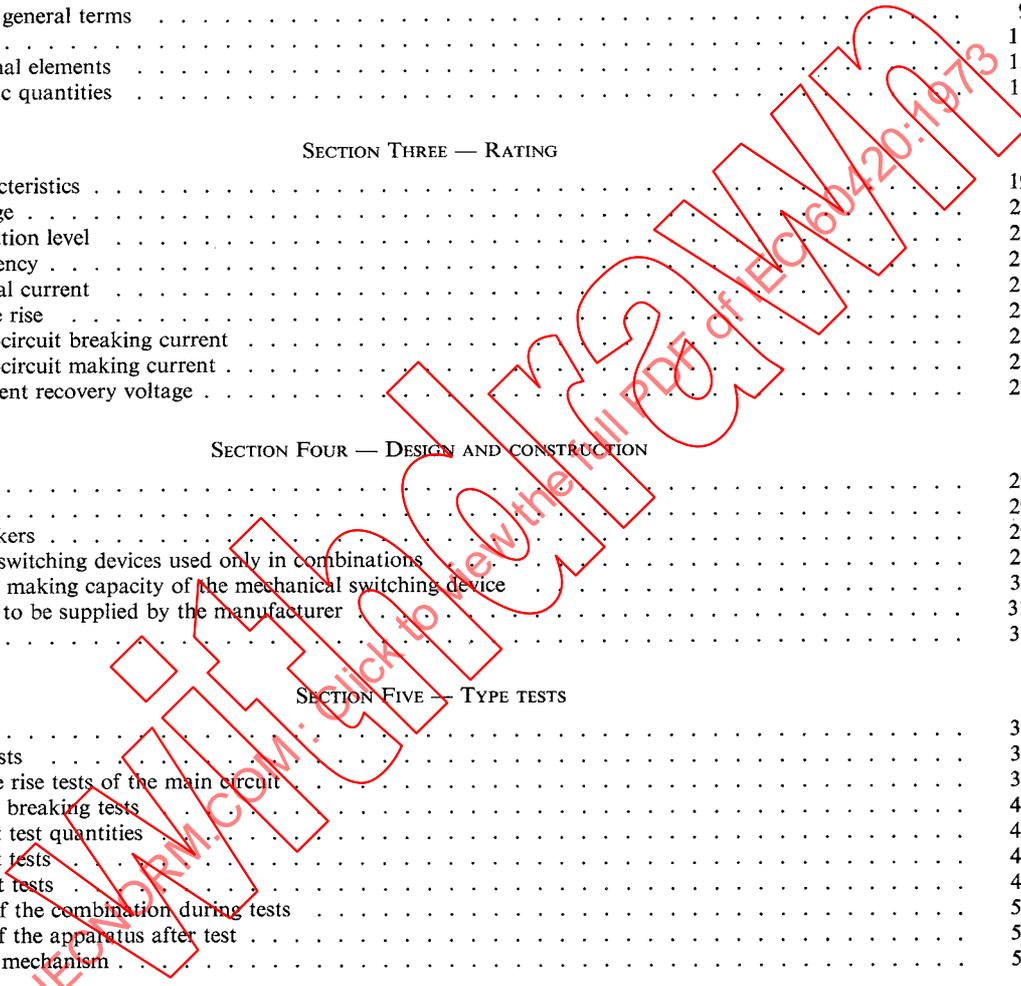
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Conditions normales de service	8
SECTION DEUX — DÉFINITIONS	
2.1 Appareils et termes généraux	8
2.2 Manœuvre	10
2.3 Éléments constitutifs	12
2.4 Grandeurs caractéristiques	12
SECTION TROIS — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES	
3.1 Caractéristiques nominales	18
3.2 Tension nominale	20
3.3 Niveau d'isolement nominal	20
3.4 Fréquence nominale	20
3.5 Courant nominal en service continu	20
3.6 Echauffement	24
3.7 Pouvoir de coupure nominal en court-circuit	24
3.8 Pouvoir de fermeture nominal en court-circuit	26
3.9 Tension transitoire de rétablissement nominale	26
SECTION QUATRE — CONCEPTION ET CONSTRUCTION	
4.1 Éléments de remplacement des coupe-circuit	28
4.2 Interrupteurs	28
4.3 Disjoncteurs	28
4.4 Appareils mécaniques de connexion utilisés seulement dans des combinés	28
4.5 Pouvoir de fermeture en court-circuit de l'appareil mécanique de connexion	30
4.6 Renseignements devant être donnés par le constructeur	30
4.7 Plaque signalétique	30
SECTION CINQ — ESSAIS DE TYPE	
5.1 Généralités	30
5.2 Essais diélectriques	32
5.3 Essais d'échauffement du circuit principal	36
5.4 Essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure	40
5.5 Paramètres liés aux essais en court-circuit	42
5.6 Essais en court-circuit	44
5.7 Essais en surintensité	46
5.8 Comportement du combiné pendant les essais	50
5.9 Etat de l'appareil après les essais	50
5.10 Essais du mécanisme	52
SECTION SIX — ESSAIS INDIVIDUELS	
6.1 Essais de fonctionnement mécanique	52
6.2 Essais de tension de tenue à sec à fréquence industrielle sur les circuits principaux	54
FIGURES	56

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1.1 Scope	7
1.2 Normal service conditions	9
SECTION TWO — DEFINITIONS	
2.1 Devices and general terms	9
2.2 Operation	11
2.3 Constructional elements	13
2.4 Characteristic quantities	13
SECTION THREE — RATING	
3.1 Rated characteristics	19
3.2 Rated voltage	21
3.3 Rated insulation level	21
3.4 Rated frequency	21
3.5 Rated normal current	21
3.6 Temperature rise	25
3.7 Rated short-circuit breaking current	25
3.8 Rated short-circuit making current	27
3.9 Rated transient recovery voltage	27
SECTION FOUR — DESIGN AND CONSTRUCTION	
4.1 Fuse-links	29
4.2 Switches	29
4.3 Circuit-breakers	29
4.4 Mechanical switching devices used only in combinations	29
4.5 Short-circuit making capacity of the mechanical switching device	31
4.6 Information to be supplied by the manufacturer	31
4.7 Nameplate	31
SECTION FIVE — TYPE TESTS	
5.1 General	31
5.2 Dielectric tests	33
5.3 Temperature rise tests of the main circuit	37
5.4 Making and breaking tests	41
5.5 Short-circuit test quantities	43
5.6 Short-circuit tests	45
5.7 Over-current tests	47
5.8 Behaviour of the combination during tests	51
5.9 Condition of the apparatus after test	51
5.10 Tests of the mechanism	53
SECTION SIX — ROUTINE TESTS	
6.1 Mechanical operating tests	53
6.2 Power-frequency voltage dry tests on main circuits	55
FIGURES	56



COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMBINÉS INTERRUPTEURS-FUSIBLES
ET COMBINÉS DISJONCTEURS-FUSIBLES À HAUTE TENSION
POUR COURANT ALTERNATIF**

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 17A: Appareillage à haute tension, du Comité d'Etudes N° 17 de la CEI: Appareillage.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Washington en 1970.

A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 17A(Bureau Central)93, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1971.

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

Afrique du Sud	Norvège
Australie	Pays-Bas
Belgique	Portugal
Canada	Roumanie
Corée (République de)	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Iran	Yougoslavie
Israël	
Japon	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE
ALTERNATING CURRENT FUSE-SWITCH COMBINATIONS
AND FUSE-CIRCUIT-BREAKER COMBINATIONS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC 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 17A, High-voltage Switchgear and Controlgear, of IEC Technical Committee No. 17, Switchgear and Controlgear.

A first draft was discussed at the meeting held in Washington in 1970.

As a result of this meeting, a final draft, document 17A(Central Office)93, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Portugal
Belgium	Romania
Canada	South Africa
Finland	Sweden
France	Turkey
Iran	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Korea (Republic of)	United States of America
Netherlands	Yugoslavia
Norway	

COMBINÉS INTERRUPTEURS-FUSIBLES ET COMBINÉS DISJONCTEURS-FUSIBLES À HAUTE TENSION POUR COURANT ALTERNATIF

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1.1 *Domaine d'application*

La présente recommandation concerne les appareils tripolaires pour courant alternatif dans lesquels:

- a) Des interrupteurs, y compris des interrupteurs-sectionneurs, et des coupe-circuit à fusibles limiteurs de courant, ou
 - b) Des disjoncteurs et des coupe-circuit à fusibles limiteurs de courant
- constituent une partie intégrante du combiné.

Note. — Dans la présente recommandation, le mot « combiné » est utilisé avec la signification suivante: combiné dont les composants constituent une partie intégrante.

Les coupe-circuit à fusibles sont généralement introduits dans le combiné en vue d'obtenir des caractéristiques nominales en court-circuit supérieures à celles de l'interrupteur ou du disjoncteur seul. Ces coupe-circuit sont munis de perceurs destinés à provoquer l'ouverture automatique des trois pôles de l'élément interrupteur ou disjoncteur du combiné, à la suite du fonctionnement d'un coupe-circuit à fusibles. En plus des perceurs des coupe-circuit, les combinés peuvent également comporter, soit un déclencheur à maximum de courant, soit un déclencheur shunt commandé par un relais à maximum de courant.

Cette recommandation s'applique aux combinés prévus pour être utilisés sur des réseaux triphasés à courant alternatif à 50 Hz ou à 60 Hz et de tensions supérieures à 1 000 V.

Cette recommandation s'applique aussi aux organes de manœuvre des combinés.

Cette recommandation ne couvre pas les mécanismes de fermeture à manœuvre dépendante manuelle.

Cette recommandation ne s'applique actuellement qu'aux combinés placés dans des installations en situation exposée. Des règles pour les combinés placés dans des installations en situation non exposée sont à l'étude.

Les éléments séparés des combinés doivent correspondre pour tous les points les concernant aux publications suivantes:

- 1) Les interrupteurs, à la Publication 265 de la CEI: Interrupteurs à haute tension.
- 2) Les disjoncteurs, à la Publication 56 (Troisième édition) de la CEI: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension.
- 3) Les coupe-circuit à fusibles, à la Publication 282-1 de la CEI: Coupe-circuit à fusibles haute tension, Première partie: Coupe-circuit limiteurs de courant.

Note. — Les interrupteurs ou les disjoncteurs doivent correspondre aux Publications 265 ou 56, sauf en ce qui concerne les exigences relatives au courant de courte durée admissible et à la fermeture en court-circuit, pour lesquelles on tient compte des effets limiteurs des coupe-circuit à fusibles.

HIGH-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT FUSE-SWITCH COMBINATIONS AND FUSE-CIRCUIT-BREAKER COMBINATIONS

SECTION ONE — GENERAL

1.1 *Scope*

This recommendation applies to three-pole alternating current units being integral combinations of:

- a) Switches including switch-disconnectors, with current-limiting fuses, or
- b) Circuit-breakers with current-limiting fuses.

Note. — In this recommendation, the word “combination” is used in the following sense: combination in which the components constitute an integral part.

The fuses are generally incorporated in order to extend the short-circuit rating of the combination beyond that of the switch or circuit-breaker alone, and are fitted with strikers for the purpose of opening automatically all three poles of the switch or circuit-breaker portion of the combination on the operation of a fuse. Additionally to the fuse strikers, the combinations may also be fitted with either an over-current release or a shunt release operated by an over-current relay.

This recommendation applies to combinations designed for use on three-phase alternating current systems of 50 Hz or 60 Hz and of voltages exceeding 1 000 V.

This recommendation also applies to the operating devices of the combinations.

Units having closing mechanisms for dependent manual operation are not covered by the recommendation.

This recommendation applies for the time being to combinations in exposed installations only. Rules for combinations in non-exposed installations are under consideration.

The individual components comprising the combinations shall comply in all relevant respects with the following publications:

- 1) Switches in accordance with IEC Publication 265, High-voltage Switches.
- 2) Circuit-breakers in accordance with IEC Publication 56 (Third edition), High-voltage Alternating Current Circuit-breakers.
- 3) Fuses in accordance with IEC Publication 282-1, High-voltage Fuses, Part I: Current-limiting fuses.

Note. — Switches or circuit-breakers shall be in accordance with Publications 265 or 56 except for the short-time current and short-circuit making requirements where the limiting effects of the fuses are taken into account.

1.2 Conditions normales de service

La présente recommandation s'applique aux combinés qui sont établis pour être utilisés dans les conditions suivantes:

- a) La température de l'air ambiant n'excède pas 40 °C et sa valeur moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas 35 °C.
- b) La température minimale de l'air ambiant correspond à une des valeurs du tableau I.

TABLEAU I

Classe de combiné	Température minimale de l'air ambiant	
	Pour installation à l'intérieur	Pour installation à l'extérieur
Moins 5 intérieur Moins 20 intérieur Moins 25 extérieur	— 5 °C — 20 °C	— 25 °C

Notes 1. — Les caractéristiques temps-courant des éléments de remplacement des coupe-circuit sont sensiblement modifiées aux températures extrêmes.

2. — Pour une installation à l'extérieur où la température minimale de l'air ambiant est comprise entre — 25 °C et — 50 °C, l'élément interrupteur ou disjoncteur doit correspondre à la classe 2 ou à moins 50 extérieur et un accord entre constructeur et utilisateur est nécessaire pour les éléments de remplacement des coupe-circuit.

- c) L'altitude n'excède pas 1 000 m. Pour des installations à des altitudes supérieures à 1 000 m, le constructeur doit être consulté.
- d) L'air ambiant n'est pratiquement pas pollué par des poussières, des fumées, des gaz corrosifs ou inflammables, des vapeurs ou des sels.
- e) Pour les installations à l'intérieur, le degré de condensation admissible est à l'étude.
- f) Pour les installations à l'extérieur, la pression due au vent ne dépasse pas 700 N/m².

SECTION DEUX — DÉFINITIONS

Les définitions suivantes s'appliquent à la présente recommandation:

2.1 Appareils et termes généraux

2.1.1 Combiné interrupteur-fusibles

Combinaison d'un interrupteur tripolaire et de trois coupe-circuit équipés de percuteurs, telle que le fonctionnement d'un percuteur quelconque provoque l'ouverture automatique des trois pôles de l'interrupteur.

2.1.2 Combiné disjoncteur-fusibles

Combinaison d'un disjoncteur tripolaire et de trois coupe-circuit équipés de percuteurs, telle que le fonctionnement d'un percuteur quelconque provoque l'ouverture automatique des trois pôles du disjoncteur.

Note. — Lorsqu'on utilise le terme « combiné », on envisage soit un « combiné interrupteur-fusible » soit un « combiné disjoncteur-fusible ».

1.2 *Normal service conditions*

This recommendation applies to combinations which are designed to be used under the following conditions:

- a) The ambient air temperature does not exceed 40 °C and its average value, measured over a period of 24 hours, does not exceed 35 °C.
- b) The minimum ambient air temperature is one of the values in Table I.

TABLE I

Class of combination	Minimum ambient air temperature	
	For indoor installation	For outdoor installation
Minus 5 indoor Minus 20 indoor Minus 25 outdoor	— 5 °C — 20 °C	— 25 °C

Notes 1. — The time/current characteristics of fuse-links will be appreciably modified at extreme temperatures.

2. — Where for outdoor installation the minimum ambient air temperature is between —25 °C and —50 °C the switch or circuit-breaker portion should be Class 2 or minus 50 outdoors and for the fuse-links an agreement between manufacturer and user is required.

- c) The altitude does not exceed 1 000 m (3 300 ft). For installation at altitudes above 1 000 m, the manufacturer should be consulted.
- d) The ambient air is not materially polluted by dust, smoke, corrosive or flammable gases and vapours, or salt.
- e) For indoor installations, the allowable degree of condensation is under consideration.
- f) For outdoor installations, the wind pressure does not exceed 700 N/m² (0.1 lb/in²).

SECTION TWO — DEFINITIONS

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

2.1 *Devices and general terms*

2.1.1 *Fuse-switch combination*

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

2.1.2 *Fuse-circuit-breaker combination*

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

Note. — Where the term “combination” is used, either a “fuse-switch combination” or a “fuse-circuit-breaker combination” is intended.

2.1.3 *Percuteur*

Dispositif mécanique faisant partie du coupe-circuit et qui agit au cours du fonctionnement du coupe-circuit en répondant à des conditions spécifiées concernant son effort et sa course.

Note. — Un percuteur peut être utilisé pour actionner un signal, comme dispositif indicateur et/ou pour déclencher un autre appareil.

2.1.4 *Combiné actionné par percuteur*

Combiné dans lequel l'ouverture automatique de l'élément interrupteur ou disjoncteur ne peut être provoquée que par le fonctionnement d'un percuteur.

2.1.5 *Combiné actionné par relais*

Combiné dans lequel l'ouverture automatique de l'élément interrupteur ou disjoncteur peut être provoquée (en plus de l'action des perceurs), soit par un déclencheur shunt actionné par un relais à maximum de courant, soit par un déclencheur à maximum de courant.

Note. — Dans cette définition, on utilise le mot « relais » en l'appliquant à la fois au relais à maximum de courant ou au déclencheur à maximum de courant autre que le déclencheur actionné par percuteur.

2.1.6 *Installation en situation exposée*

Installation dans laquelle le matériel est soumis à des surtensions d'origine atmosphérique.

Note. — Ces installations sont généralement connectées à des lignes aériennes, directement ou par une courte longueur de câble.

2.1.7 *Installation en situation non exposée*

Installation dans laquelle le matériel n'est pas soumis à des surtensions d'origine atmosphérique.

Note. — Ces installations sont généralement connectées à des réseaux de câbles souterrains.

2.1.8 *Température de l'air ambiant*

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

2.2 *Manœuvre*

2.2.1 *Manœuvre dépendante manuelle (de l'élément interrupteur ou disjoncteur)*

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.

2.2.2 *Manœuvre indépendante manuelle (de l'élément interrupteur ou disjoncteur)*

Manœuvre 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.

2.2.3 *Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure (de l'élément interrupteur ou disjoncteur)*

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

2.1.3 *Striker*

A mechanical device which is part of a fuse and which operates during the fuse-operation satisfying specified requirements with respect to its force and travel.

Note. — A striker may be used for the purpose of signalling, indicating and/or tripping other apparatus.

2.1.4 *Striker-operated combination*

A combination in which automatic opening of the switch or circuit-breaker portion can be initiated only by the operation of a striker.

2.1.5 *Relay-operated combination*

A combination in which automatic opening of the switch or circuit-breaker portion can be initiated (in addition to the strikers) either by a shunt release operated by an over-current relay or by an over-current release.

Note. — In this term, the word "relay" is used as applying equally to an over-current relay or an over-current release other than the striker-operated release.

2.1.6 *Exposed installation*

An installation in which the equipment is subject to overvoltages of atmospheric origin.

Note. — Such installations are usually connected to overhead transmission lines, either directly or through a short length of cable.

2.1.7 *Non-exposed installation*

An installation in which the equipment is not subject to overvoltages of atmospheric origin.

Note. — Such installations are usually connected to cable networks.

2.1.8 *Ambient air temperature*

The temperature, determined under specified conditions, of the air surrounding the complete combination (e.g. for enclosed combinations, it is the air outside the enclosure).

2.2 *Operation*

2.2.1 *Dependent manual operation (of the switch or circuit-breaker portion)*

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.

2.2.2 *Independent manual operation (of the switch or circuit-breaker portion)*

An 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.

2.2.3 *Dependent power operation (of the switch or circuit-breaker portion)*

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

2.2.4 *Manœuvre à accumulation d'énergie (de l'élément interrupteur ou disjoncteur)*

Manœuvre effectuée au moyen d'énergie emmagasinée dans le mécanisme lui-même avant 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 *Éléments constitutifs*

2.3.1 *Déclencheur*

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

2.3.2 *Déclencheur à maximum de courant*

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

2.3.3 *Déclencheur shunt*

Déclencheur alimenté par une source de tension.

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

2.3.4 *Déclencheur d'ouverture à minimum de tension*

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

2.4 *Grandeurs caractéristiques*

2.4.1 *Valeur nominale*

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

Note. — Voir la section trois pour les valeurs nominales particulières.

2.4.2 *Courant présumé (d'un circuit et relativement à un combiné qui y est inséré)*

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

2.4.3 *Valeur de crête du courant présumé*

Valeur de crête de la première grande alternance du courant présumé pendant la période transitoire qui suit son établissement.

Note. — La définition implique que le courant est établi par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire dont l'impédance entre les bornes de chaque pôle passe instantanément et simultanément de l'infini à zéro. La valeur de crête peut être différente d'un pôle à l'autre; elle dépend de l'instant d'établissement du courant par rapport à l'onde de tension entre les bornes de chaque pôle.

2.2.4 *Stored energy operation (of the switch or circuit-breaker portion)*

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

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

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

2.3 *Constructional elements*

2.3.1 *Release*

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

2.3.2 *Over-current release*

A release which permits a mechanical switching device to open with or without delay when the current in the release exceeds a predetermined value.

2.3.3 *Shunt release*

A release energized by a source of voltage.

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

2.3.4 *Under-voltage opening release*

A release which permits the switch or circuit-breaker to open with or without delay when the voltage across the terminals of the release falls below a predetermined value.

2.4 *Characteristic quantities*

2.4.1 *Rated value*

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

Note. — See Section Three for individual rated values.

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

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

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

2.4.3 *Prospective peak current*

The peak value of the first major loop of the prospective current during the transient period following initiation.

Note. — The definition assumes that the current is made by an ideal switching device, i.e. with instantaneous and simultaneous transition of its impedance across the terminals of each pole from infinite to zero. The peak value may differ from one pole to another; it depends on the instant of current initiation relative to the voltage wave across the terminals of each pole.

2.4.4 *Valeur maximale de crête du courant présumé*

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

Note. — Pour un circuit polyphasé, la valeur maximale de crête du courant présumé n'apparaît que dans une seule phase.

2.4.5 *Courant coupé*

Courant dans un pôle d'un combiné à l'instant de l'amorçage du premier arc dans un coupe-circuit à fusibles ou dans l'appareil mécanique de connexion, au cours d'une manœuvre de coupure.

Note. — La manière d'évaluer et d'exprimer le courant coupé est spécifiée dans la section trois, Caractéristiques nominales.

2.4.6 *Courant coupé limité (d'un coupe-circuit à fusibles)*

Valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la manœuvre de coupure d'un coupe-circuit à fusibles.

Note. — Cette notion est particulièrement importante quand le fonctionnement du fusible est tel que la valeur de crête du courant présumé du circuit n'est pas atteinte.

2.4.7 *Tension appliquée*

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

2.4.8 *Tension de rétablissement*

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

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

2.4.9 *Tension transitoire de rétablissement (en abrégé TTR)*

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

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

2. — A moins qu'il n'en soit indiqué autrement, la tension transitoire de rétablissement pour les circuits triphasés est la tension aux bornes du premier pôle qui coupe.

2.4.10 *Tension de rétablissement à fréquence industrielle*

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

Note. — On mesure cette tension après l'ouverture de l'interrupteur ou du disjoncteur.

2.4.11 *Tension transitoire de rétablissement présumée (d'un circuit et relativement à un combiné)*

Tension transitoire de rétablissement qui suit la coupure d'un courant présumé n'ayant aucune composante aperiodique par un appareil de connexion idéal.

Notes 1. — La définition implique que le combiné pour lequel on recherche la tension transitoire de rétablissement présumée est remplacé par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire dont l'impédance passe instantanément de la valeur zéro à la valeur infinie, à l'instant du véritable zéro de courant (c'est-à-dire au zéro « naturel »).

2. — Pour des circuits triphasés, on suppose en outre que la coupure du courant par l'appareil de connexion idéal n'a lieu que sur le premier pôle qui coupe.

2.4.4 *Maximum prospective peak current*

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

Note. — For a polyphase circuit, the maximum prospective peak current occurs in one phase only.

2.4.5 *Breaking current*

The current in a pole of a combination at the instant of initiation of the first arc in a fuse or in the mechanical switching device during a breaking operation.

Note. — The way in which the breaking current is evaluated and expressed is specified in Section Three, Rating.

2.4.6 *Cut-off current (of a fuse)*

The maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a fuse.

Note. — This concept is of particular importance when the fuse operates in such a manner that the prospective peak current of the circuit is not reached.

2.4.7 *Applied voltage*

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

2.4.8 *Recovery voltage*

The voltage which appears across the terminals of a pole of a combination after the breaking of the current.

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

2.4.9 *Transient recovery voltage (abbreviation: TRV)*

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

Notes 1. — The transient voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit and the combination. 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.

2.4.10 *Power-frequency recovery voltage*

The recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided.

Note. — This voltage is measured after the switch or circuit-breaker has opened.

2.4.11 *Prospective transient recovery voltage (of a circuit, and with respect to a combination)*

The transient recovery voltage following the breaking of a prospective current without any direct current component by an ideal switching device.

Notes 1. — The definition assumes that the combination for which the prospective transient recovery voltage is sought is replaced by an ideal switching device, i.e. with instantaneous transition from zero to infinite impedance at the very instant of zero current (i.e. at the “natural” current zero).

2. — For three-phase circuits, the definition further assumes that the breaking of the current by the ideal switching device takes place only in the first pole to clear.

2.4.12 *Durée d'ouverture provoquée par le coupe-circuit (de l'appareil mécanique de connexion du combiné)*

Temps séparant l'instant de fonctionnement du percuteur de l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.

Note. — On peut utiliser l'instant où l'arc apparaît à la place de l'instant de fonctionnement du percuteur car il est plus facile à déterminer, bien que la différence varie quelque peu avec les différents coupe-circuit à fusibles.

2.4.13 *Durée d'ouverture provoquée par le relais (de l'appareil mécanique de connexion d'un combiné actionné par relais)*

La durée d'ouverture provoquée par le relais est définie suivant le type du déclencheur d'ouverture de l'appareil mécanique de connexion, comme indiqué ci-dessous, les dispositifs de retard faisant partie intégrante de l'appareil mécanique de connexion étant réglés pour une durée spécifiée.

- a) Pour un appareil mécanique de connexion déclenché par un déclencheur shunt actionné par un relais à maximum de courant, la durée d'ouverture provoquée par le relais est mesurée à partir de l'instant d'application de la source d'énergie auxiliaire sur le déclencheur, l'appareil étant dans la position de fermeture, jusqu'à l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.
- b) Pour un appareil mécanique de connexion déclenché par un déclencheur à maximum de courant autre que le déclencheur actionné par le percuteur, la durée d'ouverture provoquée par le relais est mesurée entre le moment où l'appareil étant dans la position de fermeture, le courant du circuit principal atteint la valeur de fonctionnement du déclencheur à maximum de courant et l'instant de la séparation des contacts d'arc sur tous les pôles.

2.4.14 *Durée d'ouverture minimale (de l'appareil mécanique de connexion d'un combiné actionné par relais)*

Durée d'ouverture provoquée par le relais, lorsque le réglage spécifié d'un dispositif de retard quelconque faisant partie intégrante de l'appareil mécanique de connexion est son réglage minimal.

2.4.15 *Durée d'ouverture maximale (de l'appareil mécanique de connexion d'un combiné actionné par relais)*

Durée d'ouverture provoquée par le relais, lorsque le réglage spécifié d'un dispositif de retard quelconque faisant partie intégrante de l'appareil mécanique de connexion est son réglage maximal.

2.4.16 *Durée de préarc, durée de fusion (d'un coupe-circuit à fusible)*

Temps qui s'écoule à partir du moment où commence à circuler un courant suffisant pour faire fondre le ou les éléments fusibles jusqu'à l'instant où un arc commence à se former.

2.4.17 *Durée d'arc (d'un coupe-circuit à fusible)*

Intervalle de temps entre l'instant d'amorçage de l'arc et l'instant de l'extinction finale de l'arc.

2.4.18 *Durée de fonctionnement (d'un coupe-circuit à fusible)*

Somme de la durée de préarc et de la durée d'arc.

Note. — On peut préciser ces expressions en y ajoutant le qualificatif « minimale » ou « maximale » selon qu'on envisage leurs limites inférieure ou supérieure, correspondant aux tolérances maximales.

2.4.19 *Durée de coupure (de l'appareil mécanique de connexion d'un combiné actionné par relais)*

Intervalle de temps entre le début de la durée d'ouverture provoquée par le relais de l'appareil et l'instant de l'extinction finale de l'arc sur tous les pôles.

Note. — On peut préciser cette expression en y ajoutant le qualificatif « minimale » ou « maximale » selon la durée d'ouverture et la durée d'arc considérées.

2.4.12 *Fuse-initiated opening time (of the mechanical switching device of a combination)*

The time from the instant of striker operation to the instant when the arcing contacts have separated in all poles.

Note. — The instant at which arcing commences may be used instead of that of striker operation as it is more easily determined, though the difference is subject to some variation with different fuses.

2.4.13 *Relay-initiated opening time (of the mechanical switching device of a relay-operated combination)*

The relay-initiated opening time is defined according to the type of the opening release of the mechanical switching device as stated below and with any time-delay device forming an integral part of the mechanical switching device adjusted to a specified setting.

- a) For a mechanical switching device tripped by a shunt release operated by an over-current relay, the relay-initiated opening time is measured from the instant of application of auxiliary power to the opening release of the mechanical switching device when in the closed position, to the instant when the arcing contacts have separated in all poles.
- b) For a mechanical switching device tripped by an over-current release other than the striker-operated release, the relay-initiated opening time is measured from the instant at which, the mechanical switching device being in the closed position, the current in the main circuit reaches the operating value of the over-current release to the instant when the arcing contacts have separated in all poles.

2.4.14 *Minimum opening time (of the mechanical switching device of a relay-operated combination)*

The relay-initiated opening time when the specified setting of any time-delay device forming an integral part of the mechanical switching device, is its minimum setting.

2.4.15 *Maximum opening time (of the mechanical switching device of a relay-operated combination)*

The relay-initiated opening time when the specified setting of any time-delay device forming an integral part of the mechanical switching device, is its maximum setting.

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

The time between the commencement of a current large enough to cause a break in the fuse element(s) and the instant when an arc is initiated.

2.4.17 *Arcing time (of a fuse)*

The interval of time between the instant of the initiation of the arc and the instant of final arc extinction.

2.4.18 *Operating time (of a fuse)*

The sum of the pre-arcing and the arcing time.

Note. — The terms may be qualified by prefixing them with “minimum” or “maximum” depending on whether their lower or upper limits, allowing for maximum tolerances, are intended.

2.4.19 *Break time (of the mechanical switching device of a relay-operated combination)*

The interval of time between the beginning of the relay-initiated opening time of the device and the instant of final arc extinction in all poles.

Note. — The term may be qualified by prefixing it with “minimum” or “maximum” depending upon the opening time and arcing time used.

2.4.20 *Courant d'intersection*

Valeur du courant correspondant à l'intersection des caractéristiques temps-courant de deux dispositifs de protection à maximum de courant.

2.4.21 *Courant d'intersection maximal * (d'un combiné actionné par relais)*

Courant d'intersection défini par les caractéristiques temps-courant correspondant aux durées suivantes, tracées en fonction du courant présumé coupé:

- a) Durée d'ouverture minimale de l'appareil mécanique de connexion, plus, s'il y a lieu, 0,1 s représentant la durée de fonctionnement minimale d'un relais à maximum de courant extérieur à l'appareil.
- b) Durée de fonctionnement maximale de l'élément de remplacement du coupe-circuit à fusibles du plus grand courant nominal.

2.4.22 *Courant d'intersection minimal * (d'un combiné actionné par relais)*

Courant d'intersection, défini par les caractéristiques temps-courant correspondant aux durées suivantes, tracées en fonction du courant présumé coupé:

- a) Durée de coupure maximale de l'appareil mécanique de connexion, plus, s'il y a lieu, la durée de fonctionnement maximale d'un relais à maximum de courant extérieur à l'appareil.
- b) Durée de préarc minimale de l'élément de remplacement.

SECTION TROIS — CARACTÉRISTIQUES NOMINALES

3.1 *Caractéristiques nominales*

Les caractéristiques d'un combiné (y compris son dispositif de commande et son équipement auxiliaire), qui doivent être utilisées pour déterminer les caractéristiques nominales, sont les suivantes.

- a) Tension nominale.
- b) Niveau d'isolement nominal.
- c) Fréquence nominale.
- d) Courant nominal en service continu.
- e) Pouvoir de coupure nominal en court-circuit.
- f) Pouvoir de fermeture nominal en court-circuit.
- g) Tension transitoire de rétablissement nominale.
- h) Pression nominale de l'alimentation en gaz comprimé pour la manœuvre. (Pour les interrupteurs, voir la Publication 265 de la CEI, article 18. Pour les disjoncteurs, voir la Publication 56-2 de la CEI (Troisième édition), article 20.)
- i) Pression nominale de l'alimentation en gaz comprimé pour la coupure. (Pour les interrupteurs, voir la Publication 265 de la CEI, article 19. Pour les disjoncteurs, voir la Publication 56-2 de la CEI (Troisième édition), article 20.)
- j) Tensions d'alimentation nominales des dispositifs de commande ou d'un circuit auxiliaire. (Pour les interrupteurs, voir la Publication 265 de la CEI, article 20. Pour les disjoncteurs, voir la Publication 56-2 de la CEI (Troisième édition), articles 17 et 18.)

* Voir figure 7, page 61.

2.4.20 *Take-over current*

The current co-ordinate of the intersection between the time-current characteristics of two over-current protective devices.

2.4.21 *Maximum take-over current * (of a relay-operated combination)*

The take-over current when the time-current characteristics determining it are the following times as functions of the prospective breaking current:

- a) The minimum opening time of the mechanical switching device plus, where applicable, 0.1 s to represent the minimum operating time of an external over-current relay.
- b) The maximum operating time of the fuse-link of highest rated current.

2.4.22 *Minimum take-over current * (of a relay-operated combination)*

The take-over current when the time-current characteristics determining it are the following times as functions of the prospective breaking current:

- a) The maximum break time of the mechanical switching device plus, where applicable, the maximum operating time of an external over-current relay.
- b) The minimum pre-arcing time of the fuse-link.

SECTION THREE — RATING

3.1 *Rated characteristics*

The characteristics of a combination (including its operating device and auxiliary equipment) that shall be used to determine the rating are as follows:

- a) Rated voltage.
- b) Rated insulation level.
- c) Rated frequency.
- d) Rated normal current.
- e) Rated short-circuit breaking current.
- f) Rated short-circuit making current.
- g) Rated transient recovery voltage.
- h) Rated pressure of compressed gas supply for operation. (For switches, see IEC Publication 265, Clause 18. For circuit-breakers, see IEC Publication 56-2 (Third edition), Clause 20.)
- i) Rated pressure of compressed gas supply for interruption. (For switches, see IEC Publication 265, Clause 19. For circuit-breakers, see IEC Publication 56-2 (Third edition), Clause 20.)
- j) Rated supply voltages of operating devices or auxiliary circuit. (For switches, see IEC Publication 265, Clause 20. For circuit-breakers, see IEC Publication 56-2 (Third edition), Clauses 17 and 18.)

* See Figure 7, page 61.

3.2 Tension nominale

La tension nominale d'un combiné correspond à la limite supérieure de la tension la plus élevée des réseaux pour lesquels le combiné est prévu (Voir Publication 38: Tensions normales de la CEI) et doit être choisie dans la liste des valeurs normales indiquées ci-dessous:

Série I: 3,6 - 7,2 - 12 - 17,5 - 24 - 36 kV.

Série II: 2,75 - 4,76 - 8,25 - 15 - 15,5 - 25,8 - 38 kV.

3.3 Niveau d'isolement nominal

Il est recommandé, pour les installations en situation exposée, de choisir le niveau d'isolement nominal d'un combiné, conformément aux tableaux II et III. Des valeurs plus faibles pour les installations en situation non exposée sont à l'étude au Comité d'Etudes N° 28 de la CEI.

Le tableau II correspond à la pratique courante en Europe.

Le tableau III correspond à la pratique courante aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada.

Notes 1. — Les valeurs de tension d'essai des tableaux II et III s'appliquent aux conditions normales de référence de température, de pression et d'humidité spécifiées dans la Publication 60 de la CEI: Essais à haute tension.

2. — Les valeurs de tension figurant dans les colonnes (2) et (4) des tableaux II et III concernent les essais entre pôle et terre et entre pôles du combiné et, compte tenu de l'exception qui suit, également les essais entre bornes du combiné, les contacts étant en position d'ouverture et les éléments de remplacement des coupe-circuit étant en place. L'exception concerne un interrupteur constituant un élément d'un combiné et comportant des caractéristiques de sectionnement, c'est-à-dire le cas d'un interrupteur-sectionneur; dans ces conditions, on doit appliquer les tensions de tenue plus élevées figurant dans les colonnes (3) et (5) lors des essais entre bornes du combiné, les contacts étant en position d'ouverture et les éléments de remplacement des coupe-circuit étant en place.

TABLEAU II

Tension nominale (valeur efficace) (kV)	Tension de tenue en onde de choc (valeur de crête) polarités positive et négative (kV)		Tension de tenue à fréquence industrielle pendant 1 minute (valeur efficace) (kV)	
	Voir note 2	Voir note 2	Voir note 2	Voir note 2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3,6	45	52	21	25
7,2	60	70	27	35
12,0	75	85	35	45
17,5	95	110	45	60
24,0	125	145	55	75
36,0	170	195	75	100

3.4 Fréquence nominale

La fréquence nominale d'un combiné est la fréquence industrielle pour laquelle le combiné est établi et à laquelle correspondent les autres caractéristiques nominales.

La fréquence nominale doit être 50 Hz ou 60 Hz.

3.5 Courant nominal en service continu

Le courant nominal en service continu d'un combiné est la valeur efficace du courant qu'il doit être capable de supporter de façon continue sans détérioration à la fréquence nominale sans que l'échauffement de ses différentes parties excède les valeurs spécifiées du tableau IV.

Le courant nominal en service continu du combiné doit être égal au courant nominal le plus élevé des éléments de remplacement des coupe-circuit pouvant être utilisés dans le combiné. Ce courant sera de préférence choisi dans la série R 10.

3.2 *Rated voltage*

The rated voltage of a combination indicates the upper limit of the highest voltage of systems for which the combination is intended (see Publication 38, IEC Standard Voltages) and shall be selected from the list of standard values given below:

Series I: 3.6, 7.2, 12, 17.5, 24, 36 kV.

Series II: 2.75, 4.76, 8.25, 15, 15.5, 25.8, 38 kV.

3.3 *Rated insulation level*

It is recommended that for exposed installations the rated insulation level of a combination be selected in accordance with Tables II and III. Lower values for non-exposed installations are under consideration by IEC Technical Committee No. 28.

Table II is based on current practice in Europe.

Table III is based on current practice in the U.S.A. and Canada.

Notes 1. — The test voltage values in Tables II and III apply at the standard reference conditions of temperature, pressure and humidity specified in IEC Publication 60: High-voltage Test Techniques.

2. — The voltage values listed in columns (2) and (4) of Tables II and III apply to tests between pole and earth, between poles of the combination and, with the following exceptions, also to tests across the terminals of the combination with contacts open and fuse-links fitted. The exception is that where a switch forming part of a combination is assigned isolating properties, i.e. in the case of a switch-disconnector, then the higher withstand voltages listed in columns (3) and (5) shall apply for tests across the terminals of the combination with contacts open and fuse-links fitted.

TABLE II

Rated voltage (r.m.s.) (kV)	Impulse withstand voltage (peak positive and negative polarity (kV)		One minute power-frequency withstand voltage (r.m.s.) (kV)	
	See Note 2	See Note 2	See Note 2	See Note 2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3.6	45	52	21	25
7.2	60	70	27	35
12.0	75	85	35	45
17.5	95	110	45	60
24.0	125	145	55	75
36.0	170	195	75	100

3.4 *Rated frequency*

The rated frequency of a combination is the power-frequency for which the combination is designed and to which correspond the other rated characteristics.

The rated frequency shall be either 50 Hz or 60 Hz.

3.5 *Rated normal current*

The rated normal current of a combination is the r.m.s. value of the current which the combination shall be able to carry continuously without deterioration at its rated frequency with the temperature rises of the various parts not exceeding the values specified in Table IV.

The rated normal current of the combination shall be equal to the highest rated current of fuse-links suitable for use in the combination. It should preferably be selected from the R 10 series.

TABLEAU III

Tension nominale (valeur efficace) (kV)	Tension de tenue en onde de choc (valeur de crête) Polarités positive et négative (kV)		Tension de tenue à fréquence industrielle (valeur efficace) (kV)	
	Voir note 2	Voir note 2	Voir note 2	Voir note 2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2,75	45	50	15	17
4,76	60	70	19	21
8,25	75	85	26	29
15,0	95	105	36	40
15,5	110	125	50	55
25,8	150 (125)	165 (140)	70 (60)	77 (66)
38,0	200 (150)	220 (165)	95 (80)	105 (88)

Note. — Les valeurs entre parenthèses correspondent à des combinés pour l'intérieur.

TABLEAU IV

Nature de la partie ou du liquide	Valeur maximale de	
	la température (°C)	l'échauffement à une température de l'air ambiant n'excédant pas 40 °C (deg C)
1. Contacts en cuivre dans l'air (voir note 7): recouverts d'argent (voir notes 1, 2 et 5) nus	105 75	65 35
2. Contacts en cuivre dans l'huile (voir note 7): recouverts d'argent (voir notes 2 et 5) nus	90 80 75	50 40 35
3. Tresses (pour interrupteurs extérieurs)		
4. Bornes des combinés prévues pour être raccordées à des conducteurs extérieurs au moyen de boulons et d'écrous (voir note 7): recouverts d'argent (voir notes 3 et 5) nus	105 90	65 50
5. Parties métalliques formant ressort	Voir note 4	Voir note 4
6. Parties métalliques en contact avec une isolation des classes suivantes (voir note 6): Classe Y: (pour les matériaux non imprégnés) Classe A: (pour les matériaux immergés dans l'huile ou imprégnés) Classe E: dans l'air dans l'huile Classe B: dans l'air dans l'huile Classe F: dans l'air dans l'huile Email: à base d'huile synthétique, dans l'air synthétique, dans l'huile Classe H: dans l'air Classe C: dans l'air	90 100 120 100 130 100 155 100 100 100 180	50 60 80 60 90 60 115 60 60 60 140
7. Toute partie métallique ou en matériau isolant en contact avec l'huile, à l'exception des contacts	100	60
8. Huile pour interrupteurs ou disjoncteurs à l'huile	80	40

TABLE III

Rated voltage (r.m.s.) (kV)	Impulse withstand voltage (peak) positive and negative polarity (kV)		Power-frequency withstand voltage (r.m.s.) (kV)	
	See Note 2	See Note 2	See Note 2	See Note 2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2.75	45	50	15	17
4.76	60	70	19	21
8.25	75	85	26	29
15.0	95	105	36	40
15.5	110	125	50	55
25.8	150 (125)	165 (140)	70 (60)	77 (66)
38.0	200 (150)	220 (165)	95 (80)	105 (88)

Note. — The brackets signify indoor combinations.

TABLE IV

Nature of the part or of the liquid	Maximum value of	
	temperature (°C)	temperature rise at an ambient air temperature not exceeding 40 °C (deg C)
1. Copper contacts in air (see Note 7): silver-faced (see Notes 1, 2 and 5) bare	105 75	65 35
2. Copper contacts in oil (see Note 7): silver-faced (see Notes 2 and 5) bare	90 80	50 40
3. Woven wire braids (for outdoor switches)	75	35
4. Terminals of combinations intended to be connected to external conductors by screws and bolts (see Note 7): silver-faced (see Notes 3 and 5) bare	105 90	65 50
5. Metal parts acting as springs	See Note 4	See Note 4
6. Metal parts in contact with insulation of the following classes (see Note 6): Class Y: (for non-impregnated materials) Class A: (for materials immersed in oil or impregnated) Class E: in air in oil Class B: in air in oil Class F: in air in oil Enamel: oil based synthetic in air synthetic in oil Class H: in air Class C: in air	90 100 120 100 130 100 155 100 100 120 100 180	50 60 80 60 90 60 115 60 60 80 60 140
7. Any part of metal or insulating material in contact with oil, except contacts	100	60
8. Oil for oil switches or oil circuit-breakers	80	40

Notes 1. — L'adoption de l'échauffement de 65 deg C implique que toutes les précautions nécessaires seront prises pour qu'aucun dommage ne soit causé aux matériaux isolants environnants.

2. — La qualité de l'argenture doit être telle qu'une couche d'argent subsiste aux points de contact:
 - a) après les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure
 - b) après l'essai mécanique.

Dans le cas contraire, les contacts devront être considérés comme « nus ».

3. — Ces valeurs de température et d'échauffement sont valables même si le conducteur relié aux bornes n'est pas recouvert d'argent.
4. — La température ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du matériau soit diminuée. Pour le cuivre pur, ceci implique une température de 75 °C.
5. — Quand d'autres matériaux que ceux mentionnés au tableau IV sont utilisés, on doit tenir compte de la nature et de la qualité de ces matériaux.
Les limites d'échauffement des contacts dans le vide, les gaz autres que l'air et les liquides autres que l'huile sont à l'étude.

6. — On utilise les classes suivantes de matériaux isolants:

Classe Y. L'isolation comprend les matériaux ou associations de matériaux tels que coton, soie et papier sans imprégnation. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe Y.

Classe A. L'isolation comprend les matériaux ou associations de matériaux tels que coton, soie et papier lorsqu'ils sont convenablement imprégnés ou lorsqu'ils sont immergés dans un liquide diélectrique tel que l'huile. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus montrent qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe A.

Classe E. L'isolation comprend les matériaux ou associations de matériaux qui, selon l'expérience ou des essais reconnus, sont capables de fonctionner aux températures de la classe E.

Classe B. L'isolation comprend les matériaux ou associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante, etc., avec agglomérants convenables. D'autres matériaux ou associations de matériaux, qui ne sont pas obligatoirement inorganiques, peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe B.

Classe F. L'isolation comprend les matériaux ou associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante, avec agglomérants convenables. D'autres matériaux ou associations de matériaux, qui ne sont pas obligatoirement inorganiques, peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe F.

Classe H. L'isolation comprend les matériaux tels qu'élastomères silicones et les associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante, etc., avec des agglomérants convenables tels que des résines de silicone appropriées. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables d'être utilisés aux températures de la Classe H.

Classe C. L'isolation comprend les matériaux ou associations de matériaux tels que mica, porcelaine, verre et quartz avec ou sans liant inorganique. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables d'être utilisés à des températures supérieures à celles de la Classe H. Dans cette classe, un matériau ou association de matériaux déterminés aura une limite de température qui dépendra de ses propriétés physiques, chimiques ou électriques.

7. — Les échauffements des contacts et des bornes des coupe-circuit à fusibles sont à l'étude.

3.6 Echauffement

L'échauffement de n'importe quelle partie d'un combiné ne doit pas dépasser les limites d'échauffement spécifiées au tableau IV, dans les conditions spécifiées aux articles concernant les essais.

3.7 Pouvoir de coupure nominal en court-circuit

Le pouvoir de coupure nominal en court-circuit est le courant de court-circuit le plus élevé que le combiné doit être capable d'interrompre dans les conditions d'emploi et de fonctionnement fixées dans cette recommandation, dans un circuit dont la tension de rétablissement à fréquence industrielle correspond à la tension nominale du combiné et dont la tension transitoire de rétablissement présumée est égale à la valeur nominale spécifiée au paragraphe 3.9.

Notes 1. — When applying the temperature rise of 65 deg C, care should be taken that no damage is caused to the surrounding insulating materials.

2. — The quality of the silver-facing shall be such that a layer of silver remains at the points of contact:
- after making and breaking tests,
 - after the mechanical test.

Otherwise the contacts shall be regarded as “bare”.

3. — The values of temperature and temperature rise are valid whether or not the conductor connected to the terminals is silver-faced.
4. — The temperature must not reach a value where the elasticity of the materials is impaired. For pure copper, this implies a temperature of 75 °C.
5. — When other materials than those given in Table IV are used, the nature and quality of these materials shall be considered.
The limits for temperature rise of contacts in vacuum, gases other than air, and liquids other than oil are under consideration.

6. — The following classes of insulating materials are used.

Class Y. Insulation consists of materials or combinations of materials such as cotton, silk and paper without impregnation. Other materials or combinations of materials may be included under this class if, by experience or accepted tests, they can be shown to be capable of operation at Class Y temperatures.

Class A. Insulation consists of materials or combinations of materials such as cotton, silk and paper when suitably impregnated or coated or when immersed in a dielectric liquid such as oil. Other materials or combinations of materials may be included under this class if, by experience or accepted tests, they can be shown to be capable of operation at Class A temperatures.

Class E. Insulation consists of materials or combinations of materials which, by experience or accepted tests, can be shown to be capable of operation at Class E temperatures.

Class B. Insulation consists of materials or combinations of materials such as mica, glass fibre or asbestos, etc., with suitable bonding substances. Other materials or combinations of materials, not necessarily inorganic, may be included under this class if, by experience or accepted tests, they can be shown to be capable of operation at Class B temperatures.

Class F. Insulation consists of materials or combinations of materials, such as mica, glass fibre, asbestos, with suitable bonding substances. Other materials or combinations of materials, not necessarily inorganic, may be included under this class if, by experience or accepted tests, they can be shown to be capable of operation at Class F temperatures.

Class H. Insulation consists of materials such as silicone elastomer and combinations of materials such as mica, glass fibre, asbestos etc., with suitable bonding substances such as appropriate silicone resins. Other materials or combinations of materials may be included in this class if, by experience or recognized tests, they can be shown to be capable of operation at Class H temperatures.

Class C. Insulation consists of materials or combinations of materials such as mica, porcelain, glass and quartz with or without an inorganic binder. Other materials or combinations of materials may be included in this class if, by experience or recognized tests, they can be shown to be capable of operation at temperatures above the Class H limit. Specific materials or combinations of materials in this class will have a temperature limit which is dependent upon their physical, chemical and electrical properties.

7. — The temperature rises of fuse contacts and terminals are under consideration.

3.6 *Temperature rise*

The temperature rise of any part of a combination shall not exceed the maximum temperature rise specified in Table IV under the conditions specified in the test clauses.

3.7 *Rated short-circuit breaking current*

The rated short-circuit breaking current is the highest short-circuit current which the combination shall be capable of breaking under the conditions of use and behaviour defined in this recommendation, in a circuit having a power-frequency recovery voltage corresponding to the rated voltage of the combination, and having a prospective transient recovery voltage equal to the rated value specified in Sub-clause 3.9.

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

Il est reconnu que l'impédance série du combiné ou le fonctionnement rapide des coupe-circuit, ou de l'appareil de connexion peut provoquer l'un des effets suivants ou ces deux effets :

- a) La réduction du courant de court-circuit à une valeur notablement plus faible que celle qu'il atteindrait autrement.
- b) Un fonctionnement suffisamment rapide pour déformer l'onde du courant de court-circuit.

On admettra alors, pour la détermination du pouvoir de coupure, que le courant coupé correspond au courant présumé coupé.

Les pouvoirs de coupure nominaux en court-circuit sont choisis dans la série R 10.

Les valeurs normales des pouvoirs de coupure nominaux en court-circuit sont les suivantes :

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

3.8 Pouvoir de fermeture nominal en court-circuit

Le pouvoir de fermeture nominal en court-circuit est la valeur maximale de crête du courant présumé qui correspond à la tension nominale. Il est égal à 2,5 fois la valeur efficace du pouvoir de coupure nominal en court-circuit.

3.9 Tension transitoire de rétablissement nominale

Dans les réseaux dont les tensions correspondent à la zone figurant au tableau V, la tension transitoire de rétablissement présumée a habituellement la forme d'une oscillation amortie à une seule fréquence ou une forme proche d'une telle oscillation. Cette forme d'onde est suffisamment bien décrite par une enveloppe constituée par deux segments de droite définis par deux paramètres.

On utilise les paramètres suivants pour représenter les TTR nominales par des tracés de référence à deux paramètres (voir figure 1, page 56) :

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

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

Un combiné doit pouvoir couper dans un circuit quelconque dans lequel l'onde de la TTR reste située en dessous du tracé de référence, traverse une fois « le segment de droite

TABLEAU V

Tension nominale	Valeur de crête de la TTR	Temps	Retard	Tension	Temps	Vitesse d'accroissement
U	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μs	μs	kV	μs	kV/ μs
3,6	6,2	40	6,0	2,06	19,4	0,154
7,2	12,4	52	7,8	4,1	25	0,238
12	20,6	60	9,0	6,9	29	0,345
17,5	30	72	10,8	10	35	0,415
24	41	88	13,2	13,8	42,5	0,47
36	62	108	16,2	20,6	52	0,57

Note. — $u_c = 1,4 \times 1,5\sqrt{2/3} \cdot U$; $u' = 1/3 u_c$; $t_d = 0,15 t_3$.

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

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

- a) A reduction of short-circuit current to a value appreciably below that which would otherwise be reached.
- b) Such rapid operation that the short-circuit current wave is distorted from its normal form.

In these cases, the prospective breaking current shall be deemed to be the breaking current for the purposes of assessing breaking performance.

The rated short-circuit breaking currents should be selected from the R 10 series.

The standard rated short-circuit breaking currents are as follows:

8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80, 100 kA.

3.8 Rated short-circuit making current

The rated short-circuit making current is that maximum prospective peak current which corresponds to the rated voltage and shall be 2.5 times the r.m.s. value of the rated short-circuit breaking current.

3.9 Rated transient recovery voltage

For systems with voltages in the range given in Table V, the prospective transient recovery voltage usually has the form of a damped, single frequency oscillation, or an approximation of such a form. This waveform is adequately described by an envelope consisting of two line segments defined by two parameters.

The following parameters are used for the representation of rated TRV by 2-parameters reference lines (see Figure 1, page 56):

u_c = reference voltage (TRV peak value) in kV

t_3 = time in μ s to voltage u_c .

A combination shall be capable of interrupting in any circuit in which the TRV wave remains below the reference line, passes once through a "delay line" and does not recross it. The delay

TABLE V

Rated voltage	TRV peak value	Time co-ordinate	Time delay	Voltage co-ordinate	Time co-ordinate	Rate of rise
U	u_c	t_3	t_d	u'	t'	u_c/t_3
kV	kV	μ s	μ s	kV	μ s	kV/ μ s
3.6	6.2	40	6.0	2.06	19.4	0.154
7.2	12.4	52	7.8	4.1	25	0.238
12	20.6	60	9.0	6.9	29	0.345
17.5	30	72	10.8	10	35	0.415
24	41	88	13.2	13.8	42.5	0.47
36	62	108	16.2	20.6	52	0.57

Note. — $u_c = 1.4 \times 1.5 \sqrt{2/3} \cdot U$; $u' = 1/3 u_c$; $t_d = 0.15 t_3$.

définissant le retard » et ne le traverse pas une seconde fois. Le segment de droite définissant le retard part du point situé sur l'axe des temps correspondant au retard t_d et se développe parallèlement au premier segment de droite du tracé de référence de la TTR jusqu'à un point correspondant à une tension spécifiée u' (et à un temps t' associé). Le point de passage apparaît pendant le retard initial.

SECTION QUATRE — CONCEPTION ET CONSTRUCTION

4.1 *Éléments de remplacement des coupe-circuit*

Les éléments de remplacement des coupe-circuit doivent répondre à la Publication 282-1 de la CEI et être munis de percuteurs; l'énergie minimale et l'énergie maximale de ceux-ci sont à l'étude.

Il est recommandé de choisir le courant nominal des éléments de remplacement des coupe-circuit parmi les valeurs normales indiquées dans la Publication 282-1 de la CEI, au paragraphe 17.3, en tenant compte du paragraphe 21.2 de cette publication.

Note. — Il est recommandé de remplacer les trois éléments de remplacement lorsque les coupe-circuit d'un combiné ont fonctionné sur un ou deux pôles, à moins qu'on ne sache avec certitude qu'aucune surintensité n'a traversé les éléments de remplacement non fondus.

4.2 *Interrupteurs*

Un interrupteur d'un combiné doit répondre à la Publication 265 de la CEI sauf en ce qui concerne les exigences relatives à la tenue et à la fermeture sur court-circuit, auxquelles s'applique le paragraphe 4.5. En plus des essais de coupure spécifiés par la Publication 265, l'interrupteur doit également pouvoir couper les surintensités comme le spécifie le paragraphe 5.7.2.

Il est recommandé de choisir le courant nominal en service continu de l'interrupteur parmi les valeurs normales indiquées dans la Publication 265, à l'article 8.

4.3 *Disjoncteurs*

Un disjoncteur d'un combiné doit répondre à la Publication 56 (Troisième édition) de la CEI sauf en ce qui concerne les exigences relatives à la tenue et à la fermeture sur court-circuit, auxquelles s'applique le paragraphe 4.5.

Le disjoncteur doit pouvoir couper les surintensités comme le spécifie le paragraphe 5.7.2. On n'exige pas de pouvoir de coupure nominal en court-circuit déterminé, si la conformité à la spécification est établie par les essais de type du paragraphe 5.7.2. Toutefois, si le pouvoir de coupure nominal en court-circuit est supérieur au courant prévu par l'essai du paragraphe 5.7.2., les exigences de cet article sont couvertes par les essais de coupure en court-circuit de la Publication 56 (Troisième édition).

Il est recommandé de choisir le courant nominal en service continu du disjoncteur parmi les valeurs normales indiquées dans la Publication 56-2 (Troisième édition), article 5.

4.4 *Appareils mécaniques de connexion utilisés seulement dans des combinés*

Lorsqu'un appareil mécanique de connexion est prévu pour être utilisé seulement dans des combinés, on admet que le combiné est un combiné interrupteur-fusible. « L'interrupteur » doit répondre aux exigences de la Publication 265 de la CEI, en ce qui concerne l'endurance mécanique et le fonctionnement dans les conditions normales de service. Eu égard à ce dernier, on

line starts on the time axis at the time delay t_d , runs parallel to the first section of the reference line and terminates at a specified voltage u' (time co-ordinate t'). The crossing point is during the initial time delay.

SECTION FOUR — DESIGN AND CONSTRUCTION

4.1 *Fuse-links*

Fuse-links shall comply with IEC Publication 282-1 and shall be fitted with strikers; minimum and maximum energy of these are under consideration.

The rated current of the fuse-links should be chosen from the standard values given in IEC Publication 282-1, Sub-clause 17.3, noting Sub-clause 21.2 of that publication.

Note. — It is advisable to replace all three fuse-links when the fuse on one or two poles of a combination has operated unless it is definitely known that no over-current has passed through the unmetted fuse-links.

4.2 *Switches*

A switch in a combination shall comply with IEC Publication 265 except for the short-circuit carrying and making requirements, to which Sub-clause 4.5 applies. In addition to the breaking tests specified in Publication 265, it shall also be capable of breaking over-currents as specified in Sub-clause 5.7.2.

The rated normal current of the switch should be chosen from the standard values given in Publication 265, Clause 8.

4.3 *Circuit-breakers*

A circuit-breaker in a combination shall comply with IEC Publication 56 (Third edition) except for the short-circuit carrying and making requirements to which Sub-clause 4.5 applies.

The circuit-breaker shall be capable of breaking over-currents as specified in Sub-clause 5.7.2. No specific rated short-circuit breaking current is required if compliance is substantiated by the type tests in Sub-clause 5.7.2. However, if the rated short-circuit breaking current exceeds the test current of Sub-clause 5.7.2, its requirements are covered by the short-circuit breaking tests of Publication 56 (Third edition).

The rated normal current of the circuit-breaker should be chosen from the standard values given in Publication 56-2 (Third edition), Clause 5.

4.4 *Mechanical switching devices used only in combinations*

In the case of a mechanical switching device intended only for use in combinations, the combination is deemed to be a fuse-switch combination. The “switch” shall meet the requirements of IEC Publication 265 in respect of mechanical endurance and operation in normal service conditions. With regard to the latter, the rated mainly active load breaking capacity shall be taken as

adoptera un pouvoir de coupure nominal de charge principalement active, égal au courant nominal en service continu du combiné. Le paragraphe 4.5 s'applique aux conditions de fermeture en court-circuit.

4.5 *Pouvoir de fermeture en court-circuit de l'appareil mécanique de connexion*

L'appareil mécanique de connexion doit pouvoir établir le courant coupé limité le plus élevé des coupe-circuit à fusibles prévus pour être utilisés sur le combiné (voir paragraphe 4.6).

4.6 *Renseignements devant être donnés par le constructeur*

Le constructeur doit fournir les caractéristiques détaillées, y compris les noms des constructeurs et les désignations des éléments de remplacement des coupe-circuit répondant à cette recommandation.

4.7 *Plaque signalétique*

Le combiné doit comporter une plaque signalétique donnant les renseignements suivants:

- nom du constructeur ou marque de fabrique,
- numéro de série (facultatif),
- désignation du type,
- tension nominale,
- courant nominal en service continu du combiné lorsqu'il est équipé des éléments de remplacement du plus grand courant nominal,
- pouvoir de coupure nominal en court-circuit du combiné,
- tension nominale d'alimentation des organes de manœuvre, s'il y a lieu.

SECTION CINQ — ESSAIS DE TYPE

5.1 *Généralités*

Les essais de type décrits dans cette Section ont pour but de vérifier les caractéristiques des combinés.

Les essais de type des combinés équipés des éléments de remplacement des coupe-circuit comprennent:

- 1) Des essais pour vérifier le niveau d'isolement (paragraphe 5.2),
- 2) Des essais pour montrer que l'échauffement de n'importe quelle partie ne dépasse pas les valeurs spécifiées dans le tableau IV (paragraphe 5.3),
- 3) Des essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure (paragraphe 5.6 et 5.7.1),
- 4) Des essais du mécanisme (paragraphe 5.10); les éléments de remplacement des coupe-circuit peuvent être représentés par des dispositifs postiches.

Les essais de type des combinés effectués avec des conducteurs massifs au lieu des éléments de remplacement des coupe-circuit comprennent les essais de coupure du paragraphe 5.7.2.

Il est entendu que l'appareil mécanique de connexion du combiné doit avoir été essayé en tant que composant individuel, en conformité avec la Publication 265 de la CEI ou la Publication 56 (Troisième édition) de la CEI selon le cas. De plus, il est entendu que les coupe-circuit doivent avoir subi de façon satisfaisante les essais correspondant aux exigences de la Publication 282-1 de la CEI.

equal to the rated normal current of the combination. Sub-clause 4.5 applies to the short-circuit making requirements.

4.5 *Short-circuit making capacity of the mechanical switching device*

The mechanical switching device shall be capable of making the highest cut-off current of the fuses intended for use in the combination (see Sub-clause 4.6).

4.6 *Information to be supplied by the manufacturer*

The manufacturer should provide identifying particulars including names of manufacturers and designations of fuse-links suitable in compliance with this recommendation.

4.7 *Nameplate*

The combination shall be provided with a nameplate giving the following information:

- manufacturer's name or trade-mark,
- serial number (optional marking),
- designation of type,
- rated voltage,
- rated normal current of the combination when fitted with fuse-links of the highest rated current,
- rated short-circuit breaking current of the combination,
- rated supply voltage of operating devices if applicable.

SECTION FIVE — TYPE TESTS

5.1 *General*

The type tests set out in this section are for the purpose of proving the characteristics of combinations.

The type tests of combinations with fuse-links fitted comprise:

- 1) Tests to verify the insulation level (Sub-clause 5.2),
- 2) Tests to prove that the temperature rise of any part does not exceed the values specified in Table IV (Sub-clause 5.3),
- 3) Making and breaking tests (Sub-clause 5.6 and 5.7.1),
- 4) Tests of the mechanism (Sub-clause 5.10); a simulating device may be used instead of fuse-links.

The type tests of combinations with fuse-links replaced by solid links comprise the breaking tests of Sub-clause 5.7.2.

It is understood that the mechanical switching device of the combination will have been tested, as an individual component for compliance with IEC Publication 265 or 56 (Third edition) as appropriate. Further, it is understood that the fuses will have been satisfactorily tested to the requirements of IEC Publication 282-1.

Il en résulte ainsi que, pour les combinés, trois groupes d'essais doivent être effectués :

- a) Essais sur l'appareil de connexion suivant le document correspondant,
- b) Essais sur les coupe-circuit suivant la Publication 282-1 de la CEI,
- c) Essais sur le combiné suivant ce document.

Dans le cas d'éléments de remplacement montés sur les pièces supportant les contacts mobiles, les essais de la Publication 265 de la CEI (voir paragraphe 4.4) et les essais du paragraphe 5.7.2 doivent être effectués après avoir substitué aux éléments de remplacement des conducteurs massifs représentant physiquement ces éléments de remplacement avec toute la précision possible.

Le combiné soumis à l'essai doit être :

- a) Conforme aux dessins du type pour tous les détails essentiels,
- b) Neuf, avec des pièces de contact propres et équipé des éléments de remplacement correspondant au courant nominal du combiné.

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

5.2 *Essais diélectriques*

Note. — Une révision des essais diélectriques est à l'étude.

5.2.1 *Conditions de l'air ambiant pendant les essais*

On se référera à la Publication 60 de la CEI en ce qui concerne les conditions atmosphériques normales et les facteurs de correction pour la densité de l'air et l'humidité.

Les facteurs de correction doivent être appliqués pour les essais diélectriques des combinés dans le cas où l'isolation externe à l'air libre est d'importance primordiale. Toutefois, le facteur de correction d'humidité ne s'applique pas aux essais de tension de tenue sous pluie à fréquence industrielle.

Pour les autres combinés ayant une isolation externe et interne, les facteurs de correction pour la densité et l'humidité ne doivent pas être appliqués si le facteur de correction global est compris entre 0,95 et 1,05. Si un combiné ne subit pas avec succès un essai diélectrique par suite d'une réduction de la rigidité de l'air atmosphérique au cours de l'essai, cet essai peut être répété dans des conditions plus favorables. Si le facteur de correction est en dehors des limites 0,95-1,05, les conditions des essais diélectriques feront l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur. Les facteurs de correction n'ont pas à être appliqués aux essais de tension de tenue à fréquence industrielle.

Pour les combinés n'ayant qu'une isolation interne, les conditions de l'air ambiant pendant l'essai sont sans importance et les facteurs de correction ne doivent pas être appliqués.

5.2.2 *Etat des combinés pendant les essais*

Tous les essais destinés à vérifier les niveaux d'isolement doivent être faits sur des combinés neufs. Ils doivent être montés pour l'essai avec des distances minimales dans l'air comme spécifié par le constructeur.

Lorsque la distance entre pôles n'est pas fixée par construction, le combiné doit être monté pour l'essai avec la distance minimale entre pôles indiquée par le constructeur.

Lorsque le constructeur spécifie qu'une isolation supplémentaire telle que des enrubannages ou des écrans est exigée pour être utilisée en service, une telle isolation supplémentaire doit être aussi utilisée pendant les essais.

Thus for combinations, three groups of tests are involved:

- a) Tests on the switching device in accordance with the relevant document,
- b) Tests on the fuses in accordance with IEC Publication 282-1,
- c) Tests on the combination in accordance with this document.

In the case of fuse-links mounted on the parts carrying the moving contacts, the tests of IEC Publication 265 (see Sub-clause 4.4) and the tests of Sub-clause 5.7.2 shall be carried out after replacing the fuse-links with solid links representing the fuse-links physically as accurately as possible.

The combination submitted for test shall:

- a) Conform in all essential details to drawings of its type,
- b) Be in new condition with clean contact parts and fitted with fuse-links appropriate to the rated normal current of the combination.

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

5.2 Dielectric tests

Note. — A revision of dielectric testing is under consideration.

5.2.1 Ambient air conditions during tests

Reference shall be made to IEC Publication 60 regarding standard atmospheric conditions and correction factors for air density and humidity.

Correction factors shall be applied in dielectric tests of combinations in case external insulation in free air is of principal concern, except that humidity correction factors are not applicable to power-frequency voltage wet tests.

For other combinations having external and internal insulation, the correction factors for density and humidity shall not be applied if the total correction factor is between 0.95 and 1.05. If a combination fails a dielectric test due to reduced strength of the atmospheric air during the test, this test may be repeated in more favourable conditions. If the correction factor is outside the range of 0.95 to 1.05, details of dielectric tests shall be subject to agreement between manufacturer and user. Correction factors are not to be applied to the power-frequency voltage tests.

For combinations having internal insulation only, the ambient air conditions during test are of no account and correction factors shall not be applied.

5.2.2 Condition of combination during tests

All tests to verify insulation levels shall be made on new combinations. They shall be mounted for test with minimum clearance distances as specified by the manufacturer.

When the distance between poles is not fixed by the design, they shall be mounted for test with the minimum distance between poles as indicated by the manufacturer.

When the manufacturer states that supplementary insulation, such as tape or barriers, is required to be used in service, such supplementary insulation shall also be used during the tests.

Pour les combinés comprenant un interrupteur-sectionneur, si un doute apparaît lors des essais d'établissement et de coupure sur le combiné conformément au paragraphe 5.9 *b*, les essais prévus au paragraphe 5.2.3, point *b* 3), doivent être faits à ce moment-là. Au choix du constructeur, ces essais peuvent être faits sur des combinés neufs comprenant des interrupteurs-sectionneurs dans l'air à condition de recouvrir de feuilles de métal leurs chambres de coupure ou toutes autres parties isolantes dans le voisinage de la distance de sectionnement ou en parallèle avec elle et pouvant être détériorées par l'arc.

Note. — Cette prescription pourra être modifiée en vue de tenir compte des matériaux hygroscopiques lorsqu'une spécification concernant ces matériaux et les essais correspondants sera parue.

Si des éclateurs de protection ou des anneaux de garde sont nécessaires pour la protection du réseau, ils peuvent être enlevés ou leur écartement augmenté pour effectuer l'essai. S'ils sont nécessaires pour le contrôle du gradient, ils doivent être maintenus en position pendant l'essai.

5.2.3 *Application de la tension d'essai pour les essais en ondes de choc et à fréquence industrielle*

La tension d'essai doit être appliquée comme suit:

- a) Dans la position de fermeture avec les éléments de remplacement en place, entre toutes les parties du circuit principal de chaque pôle à tour de rôle et le châssis, toutes les parties du circuit principal des autres pôles étant réunies au châssis.
- b) Dans la position d'ouverture, avec les éléments de remplacement en place:
 - 1) entre toutes les parties du circuit principal de tous les pôles, réunies entre elles, et le châssis,
 - 2) entre les bornes de raccordement de chaque pôle et le châssis, toutes les parties du circuit principal des autres pôles étant réunies au châssis,
 - 3) entre les bornes de raccordement d'un côté, réunies entre elles, et les bornes de raccordement du côté opposé, réunies entre elles.

5.2.4 *Tensions d'essais*

Les tensions d'essais à utiliser pour les essais prescrits au paragraphe 5.2.3 doivent être conformes aux prescriptions du paragraphe 3.3.

5.2.5 *Essais en ondes de choc*

Les combinés d'extérieur et les combinés d'intérieur destinés à être utilisés dans des installations en situation exposée doivent être soumis à des essais en ondes de choc avec des ondes 1,2/50 conformément à la Publication 60 de la CEI.

Pendant les essais, la borne du générateur de chocs raccordée à la terre doit être connectée au châssis du combiné; toutefois, pour les essais prévus au paragraphe 5.2.3, point *b* 3), sur un combiné comprenant un interrupteur-sectionneur, le châssis doit, si nécessaire, être isolé de la terre en vue d'éviter que la tension apparaissant entre l'une quelconque des parties du circuit principal et le châssis ne dépasse la tension spécifiée pour les essais par rapport à la terre.

Pendant chaque essai, cinq ondes de choc consécutives doivent être appliquées. Si aucun contournement ni aucune perforation ne se produit, le combiné doit être considéré comme ayant satisfait à l'essai. Si une perforation ou deux contournements ou plus se produisent, le combiné doit être considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai. Si un seul contournement se produit, dix ondes de choc supplémentaires doivent être appliquées et c'est seulement si aucun contournement ni aucune perforation ne se produit au cours de l'un quelconque de ces essais supplémentaires que le combiné doit être considéré comme ayant subi l'essai avec succès.

For those combinations which incorporate a switch-disconnector, where doubt arises during the making and breaking tests of the combination complying with the requirements of Sub-clause 5.9 *b*), the tests according to Sub-clause 5.2.3, item *b* 3), shall be made at this stage. At the discretion of the manufacturer these tests may be made on new combinations incorporating switch disconnectors in air, provided that their interrupting chambers and any other insulating parts in the neighbourhood or parallel to the isolating distance which may be affected by the arc, are covered with metal foil.

Note. — This provision may be amended in order to take account of hygroscopic insulating materials when a specification for such materials and corresponding tests becomes available.

If arcing horns or rings are required for the purpose of system protection, they may be removed or their spacing increased for the purpose of the test. If they are required to control voltage stress, they shall remain in position for the test.

5.2.3 *Application of the test voltage for impulse and power-frequency tests*

The test voltage shall be applied as follows:

- a) In the closed position with fuse-links fitted between all parts of the main circuit of each pole in turn and the frame, all parts of the main circuit of the other poles being connected to the frame.
- b) In the open position with fuse-links fitted:
 - 1) between all parts of the main circuit of all poles connected together and the frame,
 - 2) between the terminals of each pole and the frame, all the parts of the main circuit of the other poles being connected to the frame,
 - 3) between the terminals of one side connected together and the terminals of the opposite side connected together.

5.2.4 *Test voltages*

The test voltages to be used for the tests laid down in Sub-clause 5.2.3 shall be in accordance with Sub-clause 3.3.

5.2.5 *Impulse voltage tests*

Outdoor combinations, and indoor combinations for use in exposed installations, shall be subjected to impulse voltage dry tests with 1.2/50 impulses in accordance with IEC Publication 60.

During the tests, the earthed terminal of the impulse generator shall be connected to the frame of the combination except during the tests according to Sub-clause 5.2.3, Item *b* 3) on a combination incorporating a switch-disconnector, the frame should, if necessary, be insulated from earth in order that the voltage appearing between any of the parts of the main circuit and the frame will not exceed the voltage specified for the tests to earth.

During each test, five consecutive impulses shall be applied. If a flashover or puncture does not occur, the combination shall be considered to have passed the test. If puncture occurs, or if two or more flashovers occur, the combination shall be considered to have failed the test. If only one flashover takes place, ten additional impulses shall be applied and only if flashover or puncture does not occur on any of these additional applications, the combination shall be considered to have passed the test successfully.

Le combiné doit être capable de satisfaire aux essais spécifiés avec des tensions de polarité aussi bien positive que négative, mais lorsqu'il est évident qu'une polarité donnera la plus faible tension d'amorçage, il suffira de faire l'essai avec cette polarité.

5.2.6 *Essais de tension de tenue à sec à fréquence industrielle*

Les combinés doivent être soumis à des essais de tenue à sec à une tension à fréquence industrielle pendant 1 minute, conformément à la Publication 60 de la CEI.

Le circuit d'essai (transformateur muni d'un dispositif de réglage de la tension) doit avoir une fréquence comprise entre 20 Hz et 75 Hz et un courant de court-circuit au moins égal à 0,2 A. Il est permis de mesurer la grandeur de ce courant à environ un dixième de la tension spécifiée.

Durant les essais, une borne du transformateur d'essai doit être réunie à la terre et au châssis du combiné. Toutefois, pour les essais prévus au paragraphe 5.2.3, point b) 3), sur un combiné comprenant un interrupteur-sectionneur, le point milieu ou un autre point intermédiaire de la source de tension doit être relié à la terre et au châssis en vue d'éviter que la tension apparaissant entre l'une quelconque des parties du circuit principal et le châssis ne dépasse la tension spécifiée pour les essais par rapport à la terre. Si cela est impossible, une borne du transformateur d'essai peut, avec l'accord du constructeur, être reliée à la terre et le châssis peut, si nécessaire, être isolé de la terre.

La tension d'essai doit être portée à la valeur spécifiée et maintenue pendant une minute. Si un contournement ou une perforation apparaît, le combiné doit être considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai.

5.2.7 *Essais de tension de tenue sous pluie à fréquence industrielle*

Les combinés du type extérieur doivent être soumis à des essais de tension de tenue sous pluie à fréquence industrielle dans les mêmes conditions que celles spécifiées au paragraphe 5.2.6 et selon la méthode d'essai donnée dans la Publication 60 de la CEI: Essai à haute tension, qui indique également la durée des essais de tenue sous pluie.

De tels essais ne sont pas nécessaires pour les combinés enfermés dans une cuve (cuve à huile métallique, etc.) dont les traversées ont déjà été essayées.

5.3 *Essais d'échauffement du circuit principal*

5.3.1 *Conditions générales*

Le combiné doit être monté, approximativement, comme dans les conditions de service habituelles avec tous les capots normalement prévus pour les différentes parties du combiné et doit être protégé contre des échauffements ou des refroidissements intempestifs venant de l'extérieur. Les connexions provisoires aux circuits principaux doivent être réalisées de telle sorte qu'aucune quantité de chaleur appréciable ne soit enlevée du combiné ni ne lui soit fournie pendant l'essai. En cas de doute, l'échauffement doit être mesuré aux bornes des circuits principaux et sur les connexions provisoires à une distance d'un mètre des bornes. La différence de température ne doit pas excéder 5 °C.

Les combinés dont les connexions extérieures sont faites directement sur les bornes des coupe-circuit doivent être raccordés au circuit d'essai au moyen de conducteurs en cuivre nu de la façon suivante: chaque conducteur doit avoir une longueur approximative de 1 mètre et être placé dans un plan parallèle au plan de fixation du coupe-circuit, mais il peut avoir une direction quelconque dans ce plan. Les sections des conducteurs sont données, ci-dessous, dans le tableau VI.

The combination shall be capable of passing the specified tests with voltages of both positive and negative polarity, but where it is evident as to which polarity will give the lower breakdown voltage, it shall suffice to test with that polarity.

5.2.6 *Power-frequency voltage dry tests*

Combinations shall be subjected to 1-minute power-frequency voltage dry withstand tests in accordance with IEC Publication 60.

The test source (transformer with voltage regulating device) shall have a frequency of 20 Hz to 75 Hz and a short-circuit current of at least 0.2 A. It is permissible to check the magnitude of the current at about one-tenth of the specified test voltage.

During the tests, one terminal of the testing transformer shall be connected to earth and to the frame of the combination except that during the tests of Sub-clause 5.2.3, item b3), on a combination incorporating a switch-disconnector, the mid-point or another intermediate point of the voltage source should be connected to earth and to the frame in order that the voltage appearing between any of the parts of the main circuit and the frame will not exceed the voltage specified for the tests to earth. If this is not practicable, one terminal of the test transformer may, with the agreement of the manufacturer, be connected to earth, and the frame may, if necessary, be insulated from earth.

The test voltage shall be raised to the value specified and shall be maintained for one minute. If flashover or puncture occurs, the combination shall be considered to have failed the test.

5.2.7 *Power-frequency voltage wet tests*

The outdoor insulation of combinations shall be subjected to power-frequency voltage wet withstand tests under the same conditions as those specified in Sub-clause 5.2.6 and the test procedure given in IEC Publication 60, High-voltage Test Techniques, which also gives the duration of wet withstand tests.

Such tests are not necessary for dead tank (bulk oil, etc.) combinations when the bushings have already been tested.

5.3 *Temperature rise tests of the main circuit*

5.3.1 *General conditions*

The combination shall be mounted approximately as under the usual service conditions, including all the normal covers of any part of the combination, and shall be protected against undue external heating and cooling. Temporary connections to the main circuit shall be such that no appreciable amount of heat is conducted away from, or conveyed to, the combination during the test. In case of doubt, the temperature rise of the terminals of the main circuit and of the temporary connections at a distance of 1 metre from the terminals shall be measured. The difference of the temperatures shall not exceed 5 °C.

For those combinations where the external connections are made directly to fuse terminals, they shall be connected to the test circuit by bare copper conductors as follows: each conductor shall be approximately 1 metre long, mounted in a plane parallel to the mounting surface of the fuse, but they may be in any direction in this plane. The sizes of the leads are given below in Table VI.

TABEAU VI

Courant nominal de l'élément de remplacement (A)	Section des conducteurs en cuivre nu (mm ²)
Inférieur ou égal à 25	de 20 à 30
Supérieur à 25 et inférieur ou égal à 63	de 40 à 60
Supérieur à 63 et inférieur ou égal à 200	de 120 à 160
Supérieur à 200 et inférieur ou égal à 400	de 250 à 350

L'essai doit être fait avec le courant nominal du combiné et à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

L'essai doit être effectué pendant une période de temps suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante (en pratique, cette condition est réalisée lorsque la variation n'excède pas 1 °C par heure).

L'échauffement des différentes parties du combiné ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau IV, autrement le combiné doit être considéré comme n'ayant pas satisfait à l'essai.

Note. — Les essais d'échauffement peuvent être considérés comme applicables à d'autres éléments de remplacement pourvu que la puissance dissipée de ces derniers, mesurée à chaud, ne soit pas supérieure à celle de l'élément de remplacement essayé.

5.3.2 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant doit être mesurée au cours du dernier quart de la période d'essai au moyen d'un nombre adéquat de thermomètres répartis autour du combiné à environ la hauteur moyenne des éléments traversés par le courant et à une distance d'environ 1 mètre du combiné. Les thermomètres doivent être protégés contre les courants d'air et les radiations de chaleur.

Pour obtenir des valeurs moyennes de la température de l'air ambiant, malgré des variations rapides, les thermomètres peuvent être placés dans de petits récipients contenant chacun un demi-litre d'huile environ.

Pendant le dernier quart de la période d'essai, la variation de la température de l'air ambiant ne doit pas dépasser 1 °C par heure. Si cela n'est pas possible du fait des conditions de température défavorables du local d'essai, la température d'un appareil identique placé dans les mêmes conditions d'ambiance, mais sans courant, peut être prise pour remplacer la température de l'air ambiant. Ce combiné supplémentaire ne doit pas être soumis à des radiations de chaleur intempestives.

5.3.3 Mesure de la température

La température des différentes parties doit être mesurée au moyen de thermomètres ou de thermocouples de type convenable placés au point le plus chaud accessible.

Pour la mesure avec des thermomètres ou des thermocouples, les précautions suivantes doivent être prises :

- 1) Les thermocouples ou les réservoirs des thermomètres doivent être protégés convenablement contre tout refroidissement extérieur. La surface protégée doit cependant être négligeable en comparaison de la surface de refroidissement de l'appareil en essai.
- 2) Une bonne conductibilité thermique entre le thermomètre ou le thermocouple et la surface de la partie en essai doit être assurée.

Lorsque des thermomètres à réservoir sont employés à des endroits où il y a une variation quelconque de champ magnétique, des thermomètres à alcool doivent être utilisés de préférence à des thermomètres à mercure, ces derniers étant peu fiables dans ces conditions.

TABLE VI

Rated current of the fuse-link (A)	Size of bare copper conductors (mm ²)
Up to and including 25	from 20 to 30
Over 25 up to and including 63	from 40 to 60
Over 63 up to and including 200	from 120 to 160
Over 200 up to and including 400	from 250 to 350

The test shall be made with the rated normal current of the combination and at a frequency between 48 Hz and 62 Hz.

The test shall be made over a period of time sufficient for the temperature rise to reach a constant value (for practical purposes, this condition is obtained when the variation does not exceed 1 °C per hour).

The temperature rise of the different parts of the combination shall not exceed the values specified in Table IV, otherwise the combination shall be considered to have failed the test.

Note. — The temperature rise tests may be considered as applying to other fuse-links provided that the power dissipation of the alternative fuse-links, when hot, is not greater than that of the fuse-links tested.

5.3.2 *Ambient air temperature*

The ambient air temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of an adequate number of thermometers distributed around the combination at about the average height of its current carrying parts and at a distance of about 1 metre from the combination. The thermometers shall be protected from air currents and heat radiation.

In order to get average values of ambient temperature despite rapid changes, the thermometers can be placed in small cans each containing approximately half a litre of oil.

During the last quarter of the test period, the change of ambient air temperature shall not exceed 1 °C per hour. If this is not possible because of unfavourable temperature conditions of the test room, the temperature of an identical apparatus under the same ambient conditions, but without current, can be taken as a substitute for the ambient air temperature. This additional combination shall not be subjected to undue heat radiation.

5.3.3 *Measurement of temperature*

The temperature of the different parts shall be measured with thermometers or thermo-couples of any suitable type placed at the hottest accessible spot.

For measurement with thermometers or thermo-couples, the following precautions shall be taken:

- 1) Thermo-couples or the bulbs of thermometers shall be suitably protected against cooling from outside. The protected area shall, however, be negligible compared with the cooling area of the apparatus under test.
- 2) Good heat conductivity between the thermometer, or thermo-couple, and the surface of the part under test shall be ensured.

When bulb thermometers are employed in places where there is any varying magnetic field, alcohol thermometers should be used in preference to mercury thermometers, as the latter are less reliable under these conditions.

5.4 *Essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure*

5.4.1 *Etat du combiné avant les essais*

Le combiné à essayer doit être monté complet sur son propre support ou sur un support équivalent. Son mécanisme de commande doit fonctionner dans les conditions spécifiées et, en particulier, si ce mécanisme est à commande électrique ou pneumatique, il doit être alimenté sous la tension minimale ou sous la pression de gaz minimale comme spécifié au paragraphe 3.1 *h)* et *j)* à moins que l'arrachement du courant n'influence les résultats d'essai. Dans ce cas, le combiné doit être alimenté à une tension ou à une pression de gaz comprise dans les tolérances spécifiées au paragraphe 3.1 *h)* et *j)*, choisie de manière à obtenir la plus grande vitesse des contacts au moment de leur séparation.

Lorsqu'une alimentation en gaz comprimé est utilisée pour la coupure, elle doit être réglée à la pression minimale spécifiée au paragraphe 3.1 *i)* à moins que l'arrachement du courant n'influence les résultats d'essai. Dans ce cas, l'alimentation de gaz pour la coupure doit être réglée à une pression comprise dans les tolérances spécifiées au paragraphe 3.1 *i)* de façon à obtenir les meilleures conditions pour l'extinction de l'arc.

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

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

Le choix du côté à mettre sous tension devra être considéré avec soin.

Lorsque le combiné est prévu pour être alimenté de n'importe quel côté et que les dispositions matérielles d'un côté de la coupure ou des coupures du combiné diffèrent de celles qui existent de l'autre côté, le côté sous tension du circuit d'essai sera raccordé au combiné du côté donnant les conditions les plus sévères.

En cas de doute, la série d'essais doit être répétée en inversant les connexions d'alimentation, mais pour les séries d'essais comprenant des essais identiques, un essai devra être effectué avec l'alimentation reliée à un côté et le ou les essai(s) suivant(s) avec l'alimentation reliée à l'autre côté.

Les essais de type exécutés sur le combiné doivent être effectués avec des coupe-circuit ayant le plus fort courant nominal indiqué par le constructeur pour être utilisé dans le combiné. Lorsque des relais ou des déclencheurs à maximum de courant sont installés, leurs bobines doivent être du plus faible courant nominal associé avec les éléments de remplacement ci-dessus. Les essais doivent être effectués à la température de l'air ambiant et sans charge préalable.

5.4.2 *Fréquence*

Les combinés doivent être essayés avec une fréquence comprise entre 45 Hz et 62 Hz.

5.4.3 *Facteur de puissance*

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

Au cours des essais, la valeur moyenne doit correspondre aux valeurs données dans les paragraphes 5.6.1, 5.6.2, 5.7.1 et 5.7.2.

5.4.4 *Disposition des circuits d'essai*

Pour les séries d'essais n^{os} 1 et 4, le combiné doit être relié de préférence à un circuit ayant le point neutre de l'alimentation isolé et le point neutre du court-circuit triphasé à la terre, comme indiqué

5.4 *Making and breaking tests*

5.4.1 *Condition of the combination before test*

The combination under test shall be mounted complete on its own support or on an equivalent support. Its operating mechanism shall be operated in the manner specified and in particular if it is electrically or pneumatically operated, it shall be operated at the minimum voltage or gas pressure respectively as specified, relevant references given in Sub-clause 3.1 *h*) and *j*), unless current chopping influences the test result. In this case, the combination shall be operated at a voltage or gas pressure within the tolerances specified in Sub-clause 3.1 *h*) and *j*), chosen so as to obtain the highest contact speed at contact separation.

Where a compressed gas supply is used for interruption this shall be operated at the minimum pressure specified in Sub-clause 3.1 *i*), unless current chopping influences the test results. In this case, the gas supply for interruption shall be operated at a pressure within the tolerances specified in Sub-clause 3.1 *i*), so as to obtain the maximum arc extinguishing properties.

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

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

Due consideration shall be given to the choice of the live side connections.

When the combination is intended for power supply from either side and the physical arrangement of one side of the break or breaks of the combination differs from that of the other side, the live side of the test circuit shall be connected to that side of the combination connection which gives the more onerous condition.

In cases of doubt, the test-duty shall be repeated with the supply connections reversed, but for test-duties comprising identical tests, one test shall be made with the supply connected to one side and the following test(s) with the supply connected to the other side.

The tests performed on the combination shall be made with fuses having the highest rated current declared by the manufacturer as suitable for use in the combination. Where over-current relays or releases are fitted, they shall be of the lowest normal current rating associated with the above fuse-links. The tests shall be carried out at the ambient temperature and without previous loading.

5.4.2 *Frequency*

Combinations shall be tested with a frequency between 45 Hz and 62 Hz.

5.4.3 *Power factor*

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

During the tests, the average value shall conform to the values given in Sub-clauses 5.6.1, 5.6.2, 5.7.1 and 5.7.2.

5.4.4 *Arrangement of test circuits*

For test-duties Nos. 1 and 4, the combination shall preferably be connected in a circuit having the neutral point of the supply isolated and the neutral point of the three-phase short-circuit

aux figures 4 a) et 4 c), pages 58, respectivement. Si le point neutre de l'alimentation ne peut pas être isolé, il doit être relié à la terre et le point neutre du court-circuit triphasé doit être isolé comme indiqué aux figures 4 b) et 4 d) respectivement.

Pour la série d'essais n° 2, le combiné doit être raccordé à un circuit monophasé comme indiqué à la figure 5 a), page 59, tandis que pour la série d'essais n° 3 les raccordements sont ceux indiqués aux figures 5 b) et 5 c).

Pour les combinés donnant lieu à une émission de flammes ou de particules métalliques, les essais doivent être faits en plaçant des écrans métalliques au voisinage des parties sous tension et séparés de celles-ci par une distance dans l'air que le constructeur doit spécifier. Les écrans, châssis ou autres parties normalement mises à la terre doivent être isolés de la terre mais reliés à elle par un dispositif convenable permettant de détecter un courant de fuite à la terre.

5.5 Paramètres liés aux essais en court-circuit *

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

Dans la série d'essais n° 1, la différence entre la valeur moyenne des tensions appliquées et la valeur de la tension appliquée sur chaque pôle ne doit pas dépasser 5%.

5.5.2 Courant coupé

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

Pour la série d'essai n° 3, le courant doit être la valeur efficace de la composante périodique mesurée au début de l'arc.

Le courant coupé dans la série d'essais n° 4 doit être la valeur efficace de la composante périodique mesurée à l'instant de la séparation des contacts.

Pour les essais triphasés, la valeur efficace de la composante périodique du courant coupé dans une phase quelconque ne doit pas s'écarter de plus de 10% de la valeur moyenne.

5.5.3 Tension transitoire de rétablissement

La tension transitoire de rétablissement présumée doit être déterminée par une méthode telle que les appareils servant à provoquer et à relever l'oscillation soient sans influence pratique sur cette oscillation; elle doit être mesurée aux bornes auxquelles l'appareil en essai sera raccordé, tous les dispositifs de mesure nécessaires tels que les diviseurs de tension étant en place.

Pour les circuits triphasés, la tension transitoire de rétablissement se réfère au pôle qui coupe en premier, c'est donc la tension aux bornes d'un pôle ouvert, les deux autres pôles étant fermés, le circuit d'essai approprié correspondant aux indications du paragraphe 5.4.4.

La courbe de la tension transitoire de rétablissement présumée est représentée par son enveloppe tracée comme indiqué à la figure 2, page 56, et par sa partie initiale.

L'onde de tension transitoire de rétablissement présumée doit satisfaire aux deux conditions suivantes:

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

earthed, as shown in Figures 4 a) and 4 c), page 58, respectively. When the neutral point of the test supply cannot be isolated it shall be earthed and the three-phase short-circuit point shall be isolated as shown in Figures 4 b) and 4 d) respectively.

For test-duty No. 2 the combination shall be connected in a single-phase circuit as shown in Figure 5 a), page 59, whilst for test-duty No. 3 the connections are shown in Figures 5 b) and 5 c).

For combinations producing an emission of flame or metallic particles, the tests shall be made with metallic screens placed in the vicinity of the live parts separated from them by a clearance distance which the manufacturer shall specify. The screens, frame and other normally earthed parts shall be insulated from earth, but connected thereto by a suitable device to indicate leakage current to earth.

5.5 *Short-circuit test quantities* *

5.5.1 *Applied voltage before short-circuit making tests*

In test-duty No. 1, the difference between the average value of the applied voltages and the applied voltage of each pole shall not exceed 5%.

5.5.2 *Breaking current*

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

For test-duty No. 3, the current shall be the r.m.s. value of the a.c. component measured at the initiation of arcing.

The breaking current of test-duty No. 4 shall be the r.m.s. value of the a.c. component measured at the instant of contact separation.

For the three-phase tests, the r.m.s. value of the a.c. component of the breaking current in any phase shall not vary from the average by more than 10% of the average.

5.5.3 *Transient recovery voltage*

The prospective transient recovery voltage of the test circuit shall be determined by such a method as will produce and measure the oscillation without materially influencing it, and shall be measured at the terminals to which the apparatus under test will be connected, with all necessary test measuring devices, such as voltage dividers, included.

For three-phase circuits, the transient recovery voltage refers to the first pole to clear, i.e. the voltage across one open pole with the other two poles closed, with the appropriate test circuit arranged in accordance with Sub-clause 5.4.4.

The prospective transient recovery voltage curve of a test circuit is represented by its envelope drawn as shown in Figure 2, page 56, and by its initial portion.

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

* Where a tolerance is not specified, type tests shall be carried out at values not less severe than the specified values; the upper limits are subject to the consent of the manufacturer.

Condition a)

Son enveloppe ne doit jamais être située en dessous du tracé de référence spécifié.

Note. — Il est souligné que l'importance de l'écart que l'enveloppe peut faire au-delà de l'enveloppe spécifiée requiert l'accord du constructeur.

Condition b)

Sa partie initiale ne doit pas traverser le segment de droite spécifié définissant le retard.

Note. — Lorsque la TTR d'essai présumée n'est pas une onde à une seule fréquence, elle peut être estimée par la méthode des quatre paramètres (figure 3, page 57). Les segments de droite OBAC obtenus ainsi doivent se situer au-delà de la surface délimitée par l'axe des temps et l'enveloppe de la TTR spécifiée (figure 1, page 56).

5.5.4 *Tension de rétablissement à fréquence industrielle*

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue aux bornes du combiné pendant au moins 0,1 seconde après l'ouverture de l'appareil mécanique de connexion.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle d'un circuit d'essai triphasé doit être la valeur moyenne des tensions de rétablissement à fréquence industrielle de toutes les phases mesurées après l'ouverture de l'appareil mécanique de connexion. Elle doit être déterminée conformément aux indications du paragraphe 5.5.5.

5.5.5 *Méthodes de mesure de la tension de rétablissement à fréquence industrielle*

La tension de rétablissement à fréquence industrielle du circuit d'essai doit être mesurée entre les bornes de chaque pôle du combiné dans chaque phase du circuit d'essai.

Sur les oscillogrammes, la tension à fréquence industrielle doit être mesurée une période après l'ouverture de l'appareil mécanique de connexion comme indiqué sur la figure 6, page 60.

5.6 *Essais en court-circuit*

5.6.1 *Série d'essai n° 1 — Essai d'établissement-coupure à 100%*

Il n'est pas nécessaire d'effectuer cette série d'essais n° 1 lorsque les conditions suivantes sont remplies.

- 1) Le pouvoir de fermeture nominal sur court-circuit de l'interrupteur ou du disjoncteur est égal ou supérieur au courant coupé limité du coupe-circuit du plus fort courant nominal utilisé dans le combiné.
- 2) L'élément de remplacement a été essayé conformément à la Publication 282-1 de la CEI.
- 3) L'interrupteur ou le disjoncteur ont été essayés conformément au paragraphe 5.1.
- 4) Dans le cas d'éléments de remplacement montés sur les parties supportant les contacts mobiles, les essais de la Publication 265 de la CEI ont été effectués après avoir substitué aux éléments de remplacement des connexions rigides les représentant matériellement avec toute la précision possible conformément aux indications du paragraphe 5.1.
- 5) La quantité d'énergie fournie par les percuteurs a été vérifiée au cours des essais de l'élément de remplacement conformément au paragraphe 4.1.
- 6) La quantité d'énergie fournie par les percuteurs est suffisante pour provoquer l'ouverture de l'appareil mécanique de connexion conformément au paragraphe 5.10.
- 7) L'essai des tringlages tel qu'il est spécifié au paragraphe 5.10.2 a été effectué avec des résultats satisfaisants.
- 8) Le fonctionnement de l'élément de remplacement ne peut provoquer aucune détérioration de l'interrupteur ou du disjoncteur.

Requirement a)

Its envelope shall at no time be below the specified reference line.

Note. — It is stressed that the extent by which the envelope may exceed the specified reference line requires the consent of the manufacturer

Requirement b)

Its initial portion shall not cross the delay line where specified.

Note. — When the prospective test TRV is not a single frequency wave, it shall be evaluated by the method of four parameters (Figure 3, page 57). The straight lines O B A C obtained in this way shall be above the area bounded by the time axis and the reference line of the specified TRV (Figure 1, page 56).

5.5.4 *Power-frequency recovery voltage*

The power-frequency recovery voltage shall be maintained across the terminals of the combination for at least 0.1 second after the opening of the mechanical switching device.

The power-frequency recovery voltage of a three-phase test circuit shall be the average value of the power-frequency recovery voltages in all phases measured after the opening of the mechanical switching device. It shall be determined in accordance with Sub-clause 5.5.5.

5.5.5 *Power-frequency recovery voltage measurements*

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

Oscillograms of power-frequency recovery voltage shall be measured one cycle after the opening of the mechanical switching device in accordance with Figure 6, page 60.

5.6 *Short-circuit tests*

5.6.1 *Test-duty No. 1 — 100% make-break test.*

Test-duty No. 1 is not necessary when the following conditions are met:

- 1) The rated short-circuit making current of the switch or circuit-breaker is equal to or higher than the cut-off current of the fuse of the highest rated current used in the combination.
- 2) The fuse-link has been tested in accordance with IEC Publication 282-1.
- 3) The switch or circuit-breaker has been tested in accordance with Sub-clause 5.1.
- 4) In the case of fuse-links mounted on the parts carrying the moving contacts, the tests of IEC Publication 265 have been carried out after replacing the fuse-links with solid links representing the fuse-links as accurately as possible physically in accordance with Sub-clause 5.1.
- 5) The amount of energy delivered by the strikers has been verified in the fuse-link tests in accordance with Sub-clause 4.1.
- 6) The amount of energy delivered by the strikers is sufficient to trip the mechanical switching device in accordance with Sub-clause 5.10.
- 7) The test of linkages as specified in Sub-clause 5.10.2 has been carried out successfully.
- 8) The operation of the fuse-links could not cause any damage to the switch or circuit-breaker.

La série d'essais n° 1 est effectuée pour montrer que les contacts sont capables d'établir sans dommage une valeur de courant égale au courant coupé limité du coupe-circuit et que le percuteur provoque l'ouverture de l'appareil mécanique de connexion pour cette valeur de courant. Cet essai est effectué avec les éléments de remplacement montés sur les trois pôles du combiné.

On fera un essai d'établissement-coupure dans un circuit triphasé dont la valeur maximale de crête du courant présumé sera égale au pouvoir de fermeture nominal sur court-circuit du combiné, avec une tolérance de + 5%.

Le facteur de puissance du circuit d'essai, déterminé suivant les indications du paragraphe 5.4.3, ne doit pas dépasser 0,15 en retard.

La tension appliquée doit être égale à la tension nominale du combiné divisée par $\sqrt{3}$ avec une tolérance de + 5%.

La tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications des paragraphes 3.9 et 5.5.3.

Note. — Dans le cas où seulement deux des trois éléments de remplacement fonctionnent, l'essai doit être considéré comme satisfaisant pourvu que les trois pôles de l'appareil mécanique de connexion ouvrent correctement.

5.6.2 Série d'essais n° 2 — Essais monophasés à 100% du pouvoir de coupure

Si les prescriptions 2 à 8 permettant de supprimer la série d'essais n° 1 sont remplies, la série d'essais n° 2 n'a pas à être effectuée sauf dans les cas où les conditions de montage des coupe-circuit diffèrent fondamentalement de celles dans lesquelles les éléments de remplacement ont été essayés conformément à la Publication 282-1 de la CEI; c'est notamment le cas où les connexions des éléments de remplacement forment des boucles serrées.

La série d'essais n° 2 est effectuée pour prouver que les trois pôles de l'appareil mécanique de connexion s'ouvrent correctement à la suite du fonctionnement de l'élément de remplacement d'un pôle quelconque.

Trois essais de coupure seront faits sur un circuit monophasé ayant un courant présumé équivalent au pouvoir de coupure nominal en court-circuit du combiné avec une tolérance de + 5%.

Chacun de ces trois essais doit être fait sur un pôle différent du combiné avec un élément de remplacement monté sur le pôle approprié.

Le facteur de puissance du circuit d'essai ne doit pas dépasser 0,15 en retard.

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à 87% de la tension nominale du combiné avec une tolérance de + 5%.

La tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications des paragraphes 3.9 et 5.5.3.

Le début de l'arc dans l'élément de remplacement doit se situer conformément aux dispositions de la Publication 282-1 de la CEI, série d'essais n° 1.

5.7 Essais en surintensité

Après accord entre constructeur et utilisateur, les séries d'essais n°s 3 et 4 peuvent être supprimées si on peut donner une preuve suffisante de la coordination de fonctionnement entre les éléments de remplacement et l'interrupteur ou le disjoncteur dans le domaine des surintensités.

5.7.1 Série d'essais n° 3 — Essais de coupure avec une longue durée de préarc du coupe-circuit

La série d'essais n° 3 est effectuée pour prouver que le combiné fonctionne de manière satisfaisante dans les conditions correspondant aux faibles surintensités.

Test-duty No. 1 is performed to show that the contacts are capable of making the cut-off current of the fuse without damage and that the striker will open the mechanical switching device at this current. The test is carried out with fuse-links of the highest rated current used in the combination fitted in all three poles of the combination.

One make-break test shall be made in a three-phase circuit having a maximum prospective peak current equal to the rated short-circuit making current of the combination with a tolerance of +5%.

The power factor of the test circuit, determined in accordance with Sub-clause 5.4.3, shall not exceed 0.15 lagging.

The applied voltage shall be equal to the rated voltage of the combination divided by $\sqrt{3}$ with a tolerance of +5%.

The prospective transient recovery voltage shall be in accordance with Sub-clauses 3.9 and 5.5.3.

Note. — In the case where only two of the three fuse-links operate, the test shall be accepted providing that the three poles of the mechanical switching device open satisfactorily.

5.6.2 *Test-duty No. 2 — Single phase 100% break tests*

Test-duty No. 2 is not necessary when the requirements 2 to 8 for omission of test-duty No. 1 have been fulfilled, except in cases where the mounting conditions of the fuses are fundamentally different from those in which the fuse-links have been tested in accordance with IEC Publication 282-1, especially in the case of tight loops of the leads to the fuse-links.

Test-duty No. 2 is performed to demonstrate that the three poles of the mechanical switching device open satisfactorily following the operation of a fuse-link in any one of the poles.

Three breaking tests shall be made in a single-phase circuit having a prospective current equal to the rated short-circuit breaking current of the combination with a tolerance of +5%.

Each of the three tests shall be made on a different pole of the combination with a fuse-link fitted in the appropriate pole.

The power factor of the test circuit shall not exceed 0.15 lagging.

The power-frequency recovery voltage shall be equal to 0.87 of the rated voltage of the combination with a tolerance of +5%.

The prospective transient recovery voltage shall be in accordance with Sub-clauses 3.9 and 5.5.3.

The initiation of arcing in the fuse-link shall be in accordance with the provisions of IEC Publication 282-1, test Series No. 1.

5.7 *Over-current tests*

Subject to agreement between manufacturer and user, test-duties Nos. 3 and 4 may be omitted when sufficient evidence is produced of proper co-ordination between fuse-links and switch or circuit-breaker in the over-current range.

5.7.1 *Test-duty No. 3 — Breaking tests with long pre-arcing time of fuse*

Test-duty No. 3 is performed to demonstrate that the combination operates satisfactorily under low over-current conditions.

Deux essais de coupure seront faits avec un circuit monophasé ayant le courant présumé qui, déterminé à partir de la caractéristique temps/courant de l'élément de remplacement fournie par le constructeur, conduirait à une durée de préarc de 600 s.

La tolérance sur le courant présumé au cours de ces essais doit être de -10% .

Note. — Lorsque les caractéristiques de la station d'essai ne permettent pas de maintenir le courant constant, la tolérance sur ce courant peut être dépassée dans n'importe quel sens pendant une durée au plus égale à 20% de la durée de préarc, à condition que le courant au début de la période d'arc soit compris dans les tolérances spécifiées.

Les essais doivent être faits sur l'un des pôles extrêmes du combiné équipé d'un élément de remplacement, en série avec l'un des autres pôles équipé d'une connexion en lieu et place de l'élément de remplacement.

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

La tension de rétablissement à fréquence industrielle entre les deux pôles en série doit être égale à la tension nominale du combiné avec une tolérance de $+5\%$, mais la tension transitoire de rétablissement n'est pas spécifiée.

Les essais dureront jusqu'au fonctionnement des éléments de remplacement et pour les deux essais le fonctionnement de l'élément de remplacement doit provoquer l'ouverture de l'interrupteur ou du disjoncteur faisant partie du combiné.

Notes 1. — Cette série d'essais n'a pas à être effectuée sur les combinés équipés de relais qui provoqueraient l'inter-ruption du courant d'essai en moins de 200 s.

2. — Afin d'éviter de faire l'essai à la tension spécifiée pendant toute la période d'essai, on peut faire en variante un essai de la façon suivante.

Les pôles du combiné à essayer sont raccordés à un circuit d'essai basse tension pendant la plus grande partie de la période d'essai et commutés ensuite sur un circuit d'essai haute tension jusqu'à la fin de l'essai.

Les circuits d'essai doivent être constitués comme suit:

a) Une source d'énergie basse tension quelconque de fréquence comprise entre 45 Hz et 62 Hz suffisante pour faire passer au travers du combiné en essai le courant désiré ainsi que les dispositifs permettant de maintenir le courant constant dans le circuit.

b) Un circuit d'essai haute tension de fréquence comprise entre 45 Hz et 62 Hz comme représenté aux figures 5b) ou c), page 59. Ce circuit doit être réglé au préalable pour obtenir le même courant que lors de la partie de l'essai fait en basse tension ainsi que le facteur de puissance et la tension de rétablissement à fréquence industrielle spécifiés ci-dessus.

c) Un dispositif pour commuter de la source basse tension à la source haute tension de telle façon que le courant ne soit pas interrompu pendant une durée supérieure à 0,2 s.; cependant, l'intervalle de temps entre la réapplication du courant et le début de l'arc sera suffisamment long pour donner la possibilité de n'avoir aucune asymétrie, d'évaluer le courant et de constater sur l'oscillogramme que le courant ne décroît pas de façon appréciable.

5.7.2 Série d'essais n° 4 — Essais de coupure au voisinage du point d'intersection

Cette série d'essais est effectuée pour vérifier le fonctionnement d'ensemble correct de l'appareil mécanique de connexion et des éléments de remplacement dans la zone de courant où le coupe-circuit assume à son tour la fonction de coupure.

Elle est effectuée en substituant aux éléments de remplacement des connexions rigides d'impédance négligeable et comprend trois essais de coupure du circuit triphasé.

Pour cette série d'essais, le courant coupé doit avoir une valeur égale à 7 fois celle du courant nominal du combiné ou égale à celle du courant d'intersection maximal dans le cas d'un combiné avec relais, si cette dernière valeur est supérieure à la première.

Note. — Si on a effectué des essais avec un courant coupé égal ou supérieur au courant spécifié, il n'est pas utile de faire des essais complémentaires pour la série d'essais n° 4.

La tolérance sur le courant coupé spécifié est $+5\%$ et la composante apériodique dans une phase quelconque ne doit pas dépasser 20% à l'instant de séparation des contacts.

Two breaking tests shall be made in a single-phase circuit having that prospective current, determined from the manufacturer's time/current characteristic for the fuse-link, which would result in a pre-arcing time of 600 s.

The tolerance on the prospective breaking current for the tests shall be -10% .

Note. — When testing station limitations prevent the maintenance of constant current, the tolerance on the current can be exceeded in either direction during not more than 20% of the pre-arcing time, provided that the current at the initiation of arcing is within the tolerance specified.

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

The power factor of the test circuit shall be between 0.4 and 0.6 lagging.

The power-frequency recovery voltage appearing across the two poles in series shall be equal to the rated voltage of the combination with a tolerance of $+5\%$, but the transient recovery voltage is not specified.

The tests should be continued until the fuse-link has operated, and on both tests the operation of the striker shall cause the switch or circuit-breaker portion of the combination to open.

Notes 1. — This test-duty need not be performed on relay operated combinations which would interrupt the test current in less than 200 s.

2. — To avoid testing at the specified voltage for the full test period, an alternative test may be made as follows: The poles of the combination to be tested are connected in a low-voltage test circuit for the major portion of the test period and then switched to a high-voltage test circuit for the conclusion of the test.

The test circuits shall be as follows:

- a) Any low voltage 45-62 Hz power source sufficient to cause the desired current to flow through the combination to be tested and means for adjusting the circuit to hold the current constant.
- b) A high voltage 45-62 Hz test circuit as indicated in Figures 5b) or c), page 59. This circuit shall be pre-adjusted to provide the same current as for the low voltage portion of the test as well as the power factor and power-frequency recovery voltage specified above.
- c) Provision for switching from the low voltage source to the high voltage source such that the current flow is interrupted for a time interval not longer than 0.2 s; however, the time interval between reapplication of current and beginning of arcing shall be long enough to make it possible to have no asymmetry, to evaluate the current and to see from the oscillogram that there is no appreciable decrement of the value of the current.

5.7.2 Test-duty No. 4 — Breaking tests near the take-over point

This test-duty is performed to prove the correct co-operation between the mechanical switching device and fuse-links in the current region where the fuse takes over the breaking duty.

It is made with the fuse-links replaced by solid links of negligible impedance and comprises three breaking tests in a three-phase circuit.

For this test-duty, the value of the breaking current shall be seven times the rated normal current of the combination or, in the case of a relay operated combination, the maximum take-over current if this exceeds that value.

Note. — If tests have been made with a breaking current equal to or greater than the specified current, no further tests to Test-duty No. 4 are needed.

The tolerance on the specified breaking current is plus 5% and the d.c. component of any phase at contact separation shall not exceed 20%.

Le facteur de puissance du circuit déterminé suivant les indications du paragraphe 5.4.3 doit être:

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

La tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à la tension nominale du combiné divisée par $\sqrt{3}$ avec une tolérance de + 5% tandis que la tension transitoire de rétablissement présumée doit être conforme aux indications du tableau VII et du paragraphe 5.5.3.

TABLEAU VII

Tension nominale U	Tension maximale de crête u_c	Durée t_3	Vitesse d'accroissement u_c/t_3
kV	kV	μs	kV/ μs
3,6	6,2	80	0,077
7,2	12,4	104	0,118
12,0	20,6	120	0,172
17,5	30	144	0,208
24,0	41	176	0,236
36,0	62	216	0,285

Note. — Si un combiné est destiné à être installé par exemple au voisinage de gros transformateurs et s'il peut ne pas y avoir de charges en parallèle, la TTR peut avoir des caractéristiques plus sévères que celles données dans ce tableau, pour des courants inférieurs au courant coupé spécifié. De telles conditions d'application doivent être signalées au constructeur.

5.8 Comportement du combiné pendant les essais

Le combiné peut être examiné mais non remis en état (sauf remplacement des éléments de remplacement) entre deux quelconques des séries d'essais.

Pendant les essais, le combiné ne doit ni montrer de signes de contraintes excessives ni mettre en danger l'opérateur. Pour les appareils immergés dans l'huile, il ne doit pas se produire d'émission de flammes et les gaz produits ainsi que l'huile entraînée par les gaz doivent être évacués de l'appareil ou dirigés loin de lui de façon à ne pas provoquer d'amorçage électrique. Cependant pour la série d'essais n° 3, des manifestations extérieures ou des signes de détérioration sur les éléments de remplacement sont admissibles.

Lorsqu'un dispositif de détection de courant de fuite à la terre a été utilisé (paragraphe 5.4.4), il ne doit pas indiquer de courant de fuite appréciable pendant les essais.

Au cours des séries d'essais nos 1, 2 et 3, l'appareil mécanique de connexion du combiné doit s'ouvrir sous l'action des percuteurs du coupe-circuit.

Note. — Les trois éléments de remplacement doivent être remplacés indépendamment du fait qu'ils aient fonctionné ou non au cours de l'essai.

5.9 Etat de l'appareil après les essais

a) Après essai, le combiné ne doit montrer aucune détérioration (sauf pour les éléments de remplacement, voir paragraphe 5.8) et doit être capable de fonctionner normalement et de supporter de façon continue son courant nominal. Un examen visuel est généralement suffisant pour le vérifier.