

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC REPORT

Publication 519-1

Première édition — First edition

1975

Sécurité dans les installations électrothermiques

Première partie : Règles générales

Safety in electro-heat installations

Part 1: General requirements



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**
- **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.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etude qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

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

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

- **IEC Bulletin**
- **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.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC REPORT

Publication 519-1

Première édition — First edition

1975

Sécurité dans les installations électrothermiques

Première partie: Règles générales

Safety in electro-heat installations

Part 1: General requirements



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
INTRODUCTION	6
 Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Terminologie	6
2.1 Termes employés en électrothermie	6
2.2 Grandeurs et termes électriques	8
2.3 Dispositifs de raccordement	12
2.4 Dispositif de sectionnement	12
2.5 Interrupteurs principaux et dispositifs d'arrêt d'urgence	12
2.6 Circuits de commande	14
3. Classement du matériel électrothermique en fonction des tensions	14
4. Matériel de sécurité à tension du domaine 1	14
5. Classement du matériel électrothermique en fonction des fréquences	16
6. Prescriptions générales	16
6.1 Matériel électrothermique	16
6.2 Matériel électrique des installations électrothermiques	16
6.3 Charges statiques — Champs de dispersion	18
6.4 Radiations	18
7. Interdiction d'utiliser la terre comme partie d'un circuit actif	18
8. Identification des circuits des appareils et des conducteurs	20
9. Plaques signalétiques et schémas de montage	20
10. Restriction d'emploi	20
11. Protection — Commande — Sectionnement	20
11.1 Protection	20
11.2 Commande de secours	20
11.3 Sectionnement	22
11.4 Interrupteurs principaux	22
11.5 Dispositifs d'arrêt d'urgence	22
12. Circuits de commande	24
13. Raccordement au réseau	24
13.1 Dispositions générales	24
13.2 Raccordement fixe	26
13.3 Raccordement amovible	26
14. Protection contre les chocs électriques en service normal	26
14.1 Dispositions générales	28
14.2 Mise hors de portée par éloignement	28
14.3 Mise hors de portée au moyen d'écrans	28
14.4 Mise hors de portée par isolation	30
14.5 Prises de courant, prolongateurs et connecteurs	30
15. Protection contre les chocs électriques en conditions de défaut	32
15.1 Dispositions générales	32
15.2 Dispositions en vue de la mise à la terre	34
16. Protection contre les risques de brûlures, d'incendie et d'explosion d'origine électrique	36
16.1 Dispositions générales	36
16.2 Interrupteurs, coupe-circuit, disjoncteurs	36
16.3 Locaux présentant des risques d'incendie	36
16.4 Locaux présentant des risques d'explosion	36
17. Utilisation, entretien et vérification des installations électrothermiques	38
17.1 Dispositions générales	38
17.2 Travaux d'entretien	38
17.3 Vérification	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Terminology	7
2.1 Terms used in electro-heat	7
2.2 Electrical quantities and terms	9
2.3 Connecting devices	13
2.4 Isolating device	13
2.5 Main circuit-breakers and emergency devices	13
2.6 Control circuits	15
3. Classification of electro-heat equipment according to voltages	15
4. Safety equipment of voltage band 1	15
5. Classification of electro-heat equipment according to frequencies	17
6. General requirements	17
6.1 Electro-heat equipment	17
6.2 Electrical equipment of electro-heat installations	17
6.3 Static charges—Stray fields	19
6.4 Radiation	19
7. Prohibition against the use of earth as part of an active circuit	19
8. Identification of apparatus circuits and conductors	21
9. Identification plates and circuits diagrams	21
10. Restrictions in use	21
11. Protection—Control—Isolation	21
11.1 Protection	21
11.2 Emergency control	21
11.3 Isolation	23
11.4 Main circuit-breakers	23
11.5 Emergency devices	23
12. Control circuits	25
13. Connection to the network	25
13.1 General requirements	25
13.2 Fixed connection	27
13.3 Removable connection	27
14. Protection against electric shock in normal service	27
14.1 General requirements	29
14.2 Inaccessibility by remoteness	29
14.3 Inaccessibility by means of screens	29
14.4 Inaccessibility by means of insulation	31
14.5 Plugs, extension leads and connectors	31
15. Protection against electric shock under fault conditions	33
15.1 General requirements	33
15.2 Earthing provisions	35
16. Prevention against burns, fires and explosions due to electrical causes	37
16.1 General requirements	37
16.2 Switches, cut-outs, circuit-breakers	37
16.3 Premises liable to risk of fire	37
16.4 Premises liable to danger from explosion	37
17. Utilization, maintenance and inspection of electro-heat installations	39
17.1 General requirements	39
17.2 Maintenance work	39
17.3 Inspection	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES

Première partie : Règles générales

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 publication a été établie par le Comité d'Etudes n° 27 de la CEI: Chauffage électrique industriel.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Varsovie en 1971. A la suite de cette réunion, un projet, document 27(Bureau Central)16, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1972. A la suite de la réunion tenue à Athènes en 1972, des modifications, document 27(Bureau Central)21, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en juillet 1973.

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

Afrique du Sud (République d')	Pologne
Allemagne	Portugal
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
France	Tchécoslovaquie
Hongrie	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie
Japon	
Pays-Bas	

La présente publication est publiée sous forme de rapport. En effet, les dispositions prévues à certains articles ont un caractère provisoire et devront être revues en fonction des travaux d'autres Comités d'Etudes, en particulier de ceux du Comité d'Etudes n° 64: Installations électriques des bâtiments.

Elle est issue d'un projet préparé par le Comité d'Etudes n° 27, en partant d'un document élaboré par le Comité d'Etudes « Sécurité » de l'Union Internationale d'Electrothermie.

Autres publications de la CEI citées dans la présente publication :

- Publications n°s 73: Couleurs des voyants lumineux de signalisation et des boutons-poussoirs.
79: Matériel électrique pour atmosphères explosives.
391: Marques de repérage des conducteurs isolés.
446: Identification par couleurs des conducteurs isolés et des conducteurs nus.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY IN ELECTRO-HEAT INSTALLATIONS

Part 1 : General requirements

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 recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This publication has been prepared by IEC Technical Committee No. 27, Industrial Electroheating Equipment.

A first draft was discussed at the meeting held in Warsaw in 1971. As a result of this meeting, a draft, Document 27(Central Office)16, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1972. Following the meeting held in Athens in 1972, amendments, Document 27(Central Office)21, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Poland
Canada	Portugal
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa (Republic of)
France	Sweden
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	Yugoslavia
Netherlands	

This publication is published in the form of a report. In effect, the requirements of some clauses have a provisional character, and will have to be revised in view of the work of other Technical Committees, and especially those of Technical Committee No. 64, Electrical Installations of Buildings.

It has been prepared on the basis of a draft prepared by Technical Committee No. 27 from an initial document drafted by the Technical Committee "Safety" of the International Union for Electro-heat.

Other IEC publications quoted in this publication :

- Publications Nos. 73: Colours of Indicator Lights and Push-buttons.
- 79: Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres.
- 391: Marking of Insulated Conductors.
- 446: Identification of Insulated and Bare Conductors by Colours.

SÉCURITÉ DANS LES INSTALLATIONS ÉLECTROTHERMIQUES

Première partie : Règles générales

INTRODUCTION

Les règles pour la sécurité des personnes dans les installations électrothermiques font l'objet, d'une part, de règles générales applicables à l'ensemble des installations d'électrothermie et, d'autre part, de règles particulières à chacune d'elles. La présente publication ne donne que des règles générales.

Les règles de sécurité à observer résultent de l'application conjointe des règles générales et des règles particulières correspondant à l'application industrielle d'électrothermie considérée. En l'absence de règles particulières, celles à observer sont spécifiées dans la présente publication.

En outre, étant donné le caractère provisoire de ces règles, il doit être tenu compte des prescriptions nationales de sécurité se rapportant à ces installations dans la mesure où elles s'appliquent (voir le paragraphe 15.1.3).

Les règles générales de sécurité concernent plus particulièrement la protection des personnes contre les dangers d'origine électrique. En outre, certaines règles de sécurité concernant éventuellement la protection contre les dangers d'origine non électrique sont incluses dans les règles particulières.

1. Domaine d'application

1.1 Les présentes règles s'appliquent aux installations électrothermiques industrielles.

Elles s'appliquent, entre autres, aux installations suivantes, exploitées par un personnel qualifié :

- fours à arc;
- fours à induction;
- appareils pour chauffage direct et indirect par résistance;
- appareils pour chauffage à fréquence moyenne et à haute fréquence par induction, chauffage à fréquence radio-électrique et chauffage diélectrique;
- appareils de chauffage par rayonnement infrarouge;
- chauffage à hyperfréquence.

Le présent rapport concerne une grande diversité d'appareils. Il ne s'applique pas aux appareils domestiques de cuisson et de chauffage pour usages domestiques et analogues. Il ne s'applique pas non plus aux installations et appareils de chauffage des locaux domestiques et industriels, aux appareils de soudage ou à usages analogues, aux installations électrothermiques pour l'agriculture, pour le chauffage des routes, ponts, parkings, etc.

1.2 Le présent rapport se réfère au fonctionnement normal des installations électrothermiques industrielles; il est également destiné à assurer la sécurité des personnes dans le cas de fonctionnement anormal et dans l'éventualité de défauts pouvant se produire dans les installations électrothermiques.

2. Terminologie

Les définitions suivantes s'appliquent au présent rapport.

2.1 Termes employés en électrothermie

SAFETY IN ELECTRO-HEAT INSTALLATIONS

Part 1 : General requirements

INTRODUCTION

The requirements for the safety of persons in electro-heat installations are the subject, on the one hand, of general requirements applicable to electro-heat installations as a whole and, on the other hand, of particular requirements applicable to each of them. The present publication gives only general requirements.

The safety requirements to be observed result from the joint application of general requirements and particular requirements concerning the industrial application of electro-heat involved. In the absence of particular requirements, the requirements to be complied with are those which are specified in this publication.

Furthermore, as these requirements are only provisional, the national safety requirements applicable to these installations must be taken into account as far as they are applicable (see Sub-clause 15.1.3).

The general safety requirements concern particularly the protection of persons against dangers of electrical origin. In addition, certain safety requirements concerning the protection of persons against dangers of non-electrical origin are included in the particular requirements.

1. Scope

1.1 The present requirements apply to industrial electro-heat installations.

They apply, in particular, to the following installations operated by qualified personnel:

- arc furnaces;
- induction furnaces;
- appliances for direct and indirect resistance heating;
- medium and high-frequency induction heating, r.f. heating and dielectric heating appliances;
- infra-red radiation heating appliances;
- microwave heating.

This report concerns a wide range of equipment. It is not applicable to electric cooking and heating equipment for household and similar purposes, nor does it apply to installations and apparatus for household and industrial room heating, soldering or similar uses, electro-heat installations for agriculture, for heating roads, bridges, parking spaces, etc.

1.2 This report refers to the normal operation of industrial electro-heat installations; it is also intended to ensure the safety of persons in the event of abnormal operation and when faults occur in electro-heat installations.

2. Terminology

The following definitions apply for the purpose of this report.

2.1 *Terms used in electro-heat*

2.1.1 *Matériel électrique*

Tout matériel utilisé pour la production, la transformation, le transport, la distribution ou l'utilisation de l'énergie électrique tel que machines tournantes, transformateurs, appareillage de manœuvre, condensateurs, appareils de mesure, dispositifs de protection, matériel de canalisation, appareils d'utilisation.

2.1.2 *Matériel d'électrothermie (ou électrothermique)*

Appareil ou ensemble de dispositifs technologiques destinés à transformer l'énergie électrique en énergie thermique, y compris les parties qui lui sont rattachées, par exemple les conducteurs de raccordement et les prises amovibles. Sont exclus de cette définition les appareils de soudage ainsi que les appareils de chauffage des locaux.

2.1.3 *Matériel mobile*

Un matériel mobile est soit un appareil qui est déplacé pendant son fonctionnement, soit un appareil qui peut être facilement déplacé lorsqu'il est relié au circuit d'alimentation.

2.1.4 *Matériel fixe*

Un matériel fixe est soit un appareil installé à poste fixe, soit un appareil qui ne peut être déplacé facilement. Un appareil fixe est équipé généralement de bornes de jonction pour raccordement fixe.

2.1.5 *Installation d'électrothermie (ou électrothermique)*

Installation composée de l'appareil électrothermique et du matériel électrique et mécanique nécessaire à son fonctionnement et à son exploitation.

L'installation électrique comprend, notamment, les canalisations et les appareillages des circuits de puissance, de commande et de régulation ainsi que les transformateurs lorsque l'appareil est alimenté par un ou plusieurs transformateurs particuliers.

2.2 *Grandeurs et termes électriques*

Note. — Les termes « tension » et « courant » s'appliquent, sauf spécification contraire, aux valeurs efficaces dans le cas du courant alternatif.

Les grandeurs et termes électriques associés au mot « nominal » se rapportent à l'appareil électrothermique lui-même, sauf indication contraire.

Les termes « tension nominale », « courant nominal » ou « puissance nominale » s'appliquent à la tension (tension entre phases dans le cas d'un système triphasé), à l'intensité ou à la puissance prévues par le fabricant et indiquées sur l'appareil électrothermique.

2.2.1 *Tension de régime*

Tension existant entre conducteurs soit au point d'utilisation, soit à l'origine de l'installation ou d'une partie d'installation.

On considère en pratique la valeur moyenne de cette tension en tenant compte, notamment, des variations de la tension d'alimentation.

2.2.2 *Plage nominale de tension*

Intervalle existant entre la tension maximale et la tension minimale prévues par le fabricant et indiquées sur l'appareil.

2.2.3 *Réseau de distribution d'énergie électrique*

Réseau de transport et de distribution d'énergie électrique qui n'est pas employé uniquement pour l'alimentation des appareils électrothermiques et de leurs accessoires.

2.2.4 *Circuit électrique*

Ensemble de milieux où peuvent se développer des courants.

2.1.1 *Electrical equipment*

Any equipment used for such purposes as generation, conversion, transmission, distribution or utilization of electrical energy, such as rotating machines, transformers, switchgear, capacitors, measuring instruments, protection devices, wiring material, appliances.

2.1.2 *Electro-heat equipment*

An appliance or assembly of technological devices for converting electrical energy into thermal energy, including the parts attached, e.g. connection leads and removable outlets. Soldering apparatus and room heating appliances are not included in this definition.

2.1.3 *Movable equipment*

An appliance which is either moved whilst in operation or which can be easily moved when connected to the supply circuit.

2.1.4 *Fixed equipment*

An appliance which is either permanently installed or which cannot be easily moved. A fixed appliance is generally provided with terminals for fixed connection.

2.1.5 *Electro-heat installation*

Installation composed of an electro-heat apparatus and the electrical and mechanical equipment needed for its operation and use.

In particular, the electrical installation comprises the wiring and equipment for the power, control and regulation circuits as well as the transformer(s) when the apparatus is fed by one or more particular transformers.

2.2 *Electrical quantities and terms*

Note. — Unless otherwise stated, the terms “*voltage*” and “*current*” apply to the r.m.s. values in the case of a.c.

The electrical terms and quantities associated with the word “*rated*” refer to the electro-heat appliance itself, unless otherwise stated.

The terms “*rated voltage*”, “*rated current*” or “*rated power*” apply to the voltage (in the case of a three-phase system, the voltage between phases), the current or the power assigned by the manufacturer and indicated on the electro-heat apparatus.

2.2.1 *Working voltage*

The voltage between conductors either at the point of use or at the origin of the installation, or of a part thereof.

In practice, the average value of this voltage is considered taking into account, in particular, the variation in the supply voltage.

2.2.2 *Rated voltage range*

The interval between the highest and the lowest voltage assigned and indicated on the apparatus by the manufacturer.

2.2.3 *Electric power distribution network*

Electric power transmission and distribution system that is not used exclusively for supplying electro-heat appliances and their accessories.

2.2.4 *Electric circuit*

An arrangement of media through which current can flow.

2.2.5 *Partie active*

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

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

2.2.6 *Isolation*

Ensemble des matériaux isolants nécessaires pour assurer le fonctionnement convenable du matériel et la protection contre les chocs électriques.

Désigne aussi l'action d'isoler.

2.2.7 *Isolement*

Ensemble des qualités acquises par un système du fait de son isolation.

2.2.8 *Liaison électrique*

Disposition ou état de fait qui assure ou permet le passage d'un courant électrique entre deux corps conducteurs.

2.2.9 *Liaison équipotentielle*

Liaison électrique réalisée entre deux ou plusieurs éléments conducteurs pour les maintenir au même potentiel.

2.2.10 *Masse*

Partie conductrice accessible qui n'est pas une partie active, mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut.

Les masses comprennent notamment:

- a) Les parties conductrices accessibles des matériels et des équipements électriques séparées des parties actives par une isolation.
- b) Les éléments conducteurs en contact avec la surface extérieure de matériels électriques séparés des parties actives par une isolation, que cette surface comporte ou non des parties conductrices.

2.2.11 *Défaut*

Liaison électrique accidentelle entre deux points à des potentiels différents, par exemple par manque d'isolement.

2.2.12 *Défaut à la terre*

Liaison électrique accidentelle entre un point quelconque d'un circuit et la terre.

2.2.13 *Défaut franc à la terre*

Défaut à la terre, d'impédance négligeable.

2.2.14 *Courant de défaut*

Courant résultant d'un défaut de l'isolation ou du franchissement de l'isolation.

2.2.15 *Conducteur de protection*

Conducteur utilisé dans certaines mesures de protection contre les chocs électriques en cas de défaut, et reliant des masses:

- soit à d'autres masses,
- soit à des éléments conducteurs,
- soit à des prises de terre, à un conducteur mis à la terre ou à une partie active reliée à la terre.

2.2.5 *Live part*

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

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

2.2.6 *Insulation*

All the insulating materials necessary to ensure the proper operation of the equipment and protection against electric shock.

It refers also to the action of insulating.

2.2.7 *Insulated*

The conditions acquired by a system by virtue of its insulation.

2.2.8 *Electrical connection*

Disposition or actual condition that allows or ensures the passage of electric current between two conductive parts.

2.2.9 *Equipotential connection*

Electrical connection between two or more conductors intended to keep them at the same potential.

2.2.10 *Exposed conductive part*

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

In particular, the exposed conductive parts consist of:

- a) Accessible conducting parts of materials and electrical equipment separated from live parts by insulation.
- b) Conducting parts in contact with the external surface of electrical equipment separated from live parts by insulation, whether or not this surface contains conductive parts.

2.2.11 *Fault*

An accidental electrical connection between two points having different potentials, e.g. due to lack of insulation.

2.2.12 *Earth fault*

An accidental electrical connection between any point of a circuit and earth.

2.2.13 *Dead earth fault*

An earth fault of negligible impedance.

2.2.14 *Fault current*

A current resulting from an insulation fault or flashover.

2.2.15 *Protective conductor*

A conductor used for some protective measures against electric shock in case of fault and for connecting exposed conductive parts with:

- other exposed conductive parts, or
- conductive parts, or
- earth electrodes, an earthed conductor or an earthed live part.

2.2.16 *Courant de fuite à froid et à chaud*

Courant s'écoulant entre les parties actives d'un appareil électrothermique et la terre en l'absence de tout défaut d'isolation de l'installation. On distingue le courant de fuite de l'installation à froid et à chaud.

2.2.17 *Impédance de fuite*

Impédance donnant naissance à un courant de fuite dans un appareil électrothermique.

2.2.18 *Transformateur de sécurité*

Transformateur donnant au secondaire une tension du domaine 1 et dans lequel toutes dispositions particulières ont été prises pour que soit assurée la sécurité des personnes.

2.2.19 *Sectionnement*

Etablissement et maintien pour des raisons de sécurité d'une distance de séparation en conformité avec les prescriptions spécifiques.

2.3 *Dispositifs de raccordement*

2.3.1 *Raccordement fixe*

Le raccordement d'un appareil électrothermique est fixe quand le raccordement aux circuits d'alimentation fixés à demeure est réalisé de telle sorte que l'on ne puisse en effectuer le montage et le démontage qu'en utilisant un outil. Dans tous les autres cas, le raccordement est amovible.

2.3.2 *Conducteur souple fixé à demeure*

Conducteur souple raccordé à l'appareil électrothermique de telle façon qu'on ne puisse le détacher qu'en utilisant un outil.

2.3.3 *Conducteur de raccordement amovible*

Conducteur souple dont la connexion s'effectue, d'une part, avec l'appareil électrothermique par un connecteur et, d'autre part, avec un réseau d'alimentation par une prise de courant; il peut être retiré des appareils sans utiliser un outil.

2.3.4 *Raccordement par patins*

Raccordement de deux conducteurs par la mise en contact de deux pièces qui sont maintenues pressées l'une contre l'autre par un moyen mécanique approprié, un ressort par exemple.

2.4 *Dispositif de sectionnement*

Appareillage permettant de séparer, de façon apparente, une installation électrothermique de la source d'énergie électrique.

2.5 *Interrupteurs principaux et dispositifs d'arrêt d'urgence*

2.5.1 Un interrupteur principal est un appareillage qui permet de connecter au réseau, ou de déconnecter du réseau, l'ensemble des circuits de l'installation électrothermique qui y sont raccordés; il peut, éventuellement, être verrouillé en position d'ouverture de telle sorte qu'il ne puisse être actionné qu'en prenant certaines mesures préalables.

2.5.2 Un dispositif d'arrêt d'urgence est un appareil de coupure commandé manuellement directement ou à distance par l'intermédiaire d'un levier ou bouton-poussoir afin de couper le courant sur tout ou partie de l'installation électrothermique en charge en cas de danger.

2.2.16 *Leakage current in hot and in cold conditions*

The current leaking between the live parts of an electro-heat appliance and earth without any fault in the insulation of the installation. Distinction is made between leakage current in the hot and cold state of an installation.

2.2.17 *Leakage impedance*

An impedance which gives rise to the leakage current of an electro-heat apparatus.

2.2.18 *Safety transformer*

A transformer giving on the secondary side a voltage of band 1, and in which all relevant precautions have been taken to ensure the safety of persons.

2.2.19 *Isolation*

Establishment and maintenance, for reasons of safety, of an isolating distance in accordance with specific requirements.

2.3 *Connecting devices*

2.3.1 *Fixed connection*

The connection of an electro-heat apparatus is fixed when the connection to permanently-fixed supply circuits is such that its mounting and dismounting require the use of a tool. In all other cases, the connection is removable.

2.3.2 *Permanently-fixed flexible conductor*

A flexible conductor connected to an electro-heat apparatus in such a way that it can be removed only by the use of a tool.

2.3.3 *Removable connecting conductor*

A flexible conductor connected to the electro-heat apparatus by means of a connector and to the supply line by means of a plug. It may be disconnected from the apparatus without the use of a tool.

2.3.4 *Connection by sliding contact*

Connection of two conductors by providing a contact of two elements kept pressed one against the other by appropriate mechanical means, for example a spring.

2.4 *Isolating device*

Apparatus permitting the separation in a visible way of an electro-heat installation from its power supply.

2.5 *Main circuit-breakers and emergency devices*

2.5.1 A main circuit-breaker is for connecting and disconnecting all the connected circuits of an electro-heat installation from the supply to which they are connected; in some cases, it may be locked in the open position in such a way that it can be operated only by taking certain preliminary measures.

2.5.2 An emergency device is a switch operated directly by hand or remotely by means of a lever or push-button, whose purpose is to cut the current in part or all of the electro-heat installation in the event of danger.

2.6 Circuits de commande

2.6.1 Les *circuits de commande* sont des circuits comprenant des relais magnétiques ou semi-conducteurs et autres dispositifs assurant les mêmes fonctions ainsi que des détecteurs de température, de pression, de débit, etc., qui commandent les interrupteurs principaux mais qui sont indépendants de ces derniers.

2.6.2 Les *dispositifs de commande* sont des dispositifs servant à la mise en ou hors circuit manuelle ou automatique de toute une partie des circuits définis au paragraphe 2.6.1.

3. Classement du matériel électrothermique en fonction des tensions

3.1 Le matériel électrothermique est classé en fonction de la valeur maximale des tensions qui l'alimentent en *service de régime*, que cette alimentation soit faite entre deux phases ou entre l'une des phases et la terre.

3.2 Selon la valeur de la tension définie au paragraphe 3.1, le matériel électrothermique est classé comme suit¹:

3.2.1 Matériel à tension du domaine 1

Matériel dans lequel la tension nominale ne dépasse pas 50 V en courant alternatif ou 75 V en courant continu.

3.2.2 Matériel à tension du domaine 2

Matériel dans lequel la tension nominale est supérieure à 50 V sans dépasser 500 V en courant alternatif ou est supérieure à 75 V sans dépasser 750 V en courant continu.

3.2.3 Matériel à tension du domaine 3

Matériel dans lequel la tension nominale est supérieure à 500 V sans dépasser 1 000 V en courant alternatif ou est supérieure à 750 V sans dépasser 1 500 V en courant continu.

3.2.4 Matériel à tension du domaine 4

Matériel dans lequel la tension nominale est supérieure à 1 000 V en courant alternatif ou à 1 500 V en courant continu.

Note. — La classification ci-dessus n'est que provisoire.

4. Matériel de sécurité à tension du domaine 1

4.1 Le matériel à tension du domaine 1 est dit de « sécurité » s'il satisfait en plus aux conditions suivantes:

4.1.1 Ne pas être alimenté par l'intermédiaire de résistances ou d'autotransformateurs à partir d'installations à tension plus élevée; en courant alternatif, ce matériel ne devra être alimenté que par des générateurs indépendants ou par l'intermédiaire de convertisseurs à enroulements séparés ou de transformateurs alimentés à une tension inférieure ou égale à 500 V, ayant une tenue diélectrique particulièrement élevée et une résistance d'isolement suffisamment élevée, et munis d'un écran mis à la terre et séparant l'enroulement primaire de l'enroulement secondaire.

4.1.2 Ne comporter aucun conducteur juxtaposé ou ligaturé avec des conducteurs actifs soumis à une tension d'un domaine supérieur, à moins que ce ne soit dans des câbles de fabrication industrielle conçus et exécutés en fonction de la tension la plus élevée mise en jeu.

¹ Cette classification est indépendante de celle qui a pu être faite pour les tensions des réseaux de distribution.

2.6 Control circuits

2.6.1 *Control circuits* are circuits comprising magnetic or solid-state relays and other devices ensuring the same functions as well as temperature, pressure, flow, etc., sensors which control main circuit-breakers but which are independent of the latter.

2.6.2 *Control switches* are hand or automatically operated switches to switch on or off a whole part of the circuits defined in Sub-clause 2.6.1.

3. Classification of electro-heat equipment according to voltages

3.1 Electro-heat equipment is classified according to the highest voltages which supply it *under normal working conditions*, this being done either between two phases or between one of the phases and earth.

3.2 According to the voltage specified in Sub-clause 3.1, electro-heat equipment is classified as follows:¹

3.2.1 Equipment of voltage band 1

Equipment in which the rated voltage does not exceed 50 V a.c. or 75 V d.c.

3.2.2 Equipment of voltage band 2

Equipment with rated voltage above 50 V but not exceeding 500 V a.c. or above 75 V but not exceeding 750 V d.c.

3.2.3 Equipment of voltage band 3

Equipment with rated voltage above 500 V but not exceeding 1 000 V a.c. or above 750 V but not exceeding 1 500 V d.c.

3.2.4 Equipment of voltage band 4

Equipment with rated voltage above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

Note. — The above classification is only provisional.

4. Safety equipment of voltage band 1

4.1 Equipment of voltage band 1 is regarded as “safety equipment” if it complies also with the following requirements:

4.1.1 Not to be supplied through resistances or autotransformers from higher voltage equipment; under a.c. conditions, this equipment must be supplied only by independent generators or through converters with separate windings or through transformers supplied with a voltage less than or equal to 500 V, having a particularly high-dielectric strength and an insulation resistance high enough and fitted with an earthed screen separating the primary from the secondary winding.

4.1.2 Not to include any conductor laid up with or attached to active conductors operating at a voltage of a higher band, unless the cable concerned is professionally designed and made to suit the highest voltage involved.

¹ This classification is independent of the classification which could be adopted for the voltages of the supply networks.

4.1.3 Si un point du circuit de domaine 1 de tension est mis à la terre, la tension entre l'un des conducteurs actifs et la terre ne doit pas dépasser 25 V en courant alternatif et 38 V en courant continu.

5. Classement du matériel électrothermique en fonction des fréquences

5.1 Le matériel électrothermique est, en fonction des bandes de fréquences utilisées, classé comme suit:

5.1.1 *Matériel à basse fréquence*

Matériel fonctionnant à des fréquences inférieures ou égales à 60 Hz.

5.1.2 *Matériel à moyenne fréquence*

Matériel fonctionnant à des fréquences supérieures à 60 Hz et inférieures ou égales à 10 kHz.

5.1.3 *Matériel à haute fréquence*

Matériel fonctionnant à des fréquences supérieures à 10 kHz et inférieures ou égales à 300 MHz.

5.1.4 *Matériel à hyperfréquence*

Matériel fonctionnant à des fréquences supérieures à 300 MHz.

Note. — Pour des appareils pour lesquels une fréquence nominale a été définie mais dont la fréquence peut varier dans une certaine plage, il faut prendre en considération, pour les règles de sécurité, la fréquence la plus défavorable.

Cette classification est provisoire, mais elle a été établie pour tenir compte des directives fixées par la Convention d'Atlantic City.

6. Prescriptions générales

6.1 *Matériel électrothermique*

6.1.1 Le matériel électrothermique doit, dans tous ses éléments constitutifs, être conçu et établi en fonction de la tension qui détermine son domaine et de la bande des fréquences utilisées.

Les appareils électrothermiques doivent être construits et conçus de façon que, utilisés et exploités conformément aux présentes règles, ils ne puissent être une source de danger pour les usagers et l'environnement. Ces appareils ne doivent pas subir de dommages dus aux conditions régnant à l'endroit où ils sont installés. Si besoin est, ils doivent supporter les effets des chocs mécaniques, des vibrations, de la chaleur, de l'humidité, de la pression et des agents chimiques par exemple. Ils doivent être construits à partir de matériaux présentant une solidité mécanique telle que ne puissent se produire, par exemple, ni réduction de résistance mécanique, ni écaillage, ni corrosion.

6.2 *Matériel électrique des installations électrothermiques*

6.2.1 Le matériel électrique doit être conçu et exécuté en vue de garantir, dans des conditions normales de service, la sécurité du personnel et la prévention contre les risques d'incendie et d'explosion.

Le matériel doit également présenter une solidité mécanique permettant d'éviter les risques de détérioration auxquels il peut être exposé.

Il doit, en outre, être construit de telle sorte qu'en chaque point le courant qui le traverse en régime normal ne puisse provoquer un échauffement dangereux des conducteurs, des isolants ou des objets placés à proximité.

6.2.2 Des dispositions doivent être prises pour éviter que les conducteurs actifs ou les masses d'une installation ne soient portés — du fait d'une liaison à des prises de terre non électriquement distinctes — à des tensions dont les conséquences seraient dangereuses pour les personnes.

4.1.3 If a point of the voltage band 1 circuit is connected to earth, the effective voltage between one of the live conductors and earth shall not exceed 25 V a.c. or 38 V d.c.

5. Classification of electro-heat equipment according to frequencies

5.1 Electro-heat equipment is classified according to the frequency bands as follows:

5.1.1 *Low-frequency equipment*

Equipment operating at frequencies not greater than 60 Hz or less.

5.1.2 *Medium-frequency equipment*

Equipment operating at frequencies greater than 60 Hz and 10 kHz or less.

5.1.3 *High-frequency equipment*

Equipment operating at frequencies greater than 10 kHz and 300 MHz or less.

5.1.4 *Microwave equipment*

Equipment operating at frequencies above 300 MHz.

Note. — For appliances whose rated frequency has been defined, but whose frequency may vary in a certain range, the most unfavourable frequency shall be taken into consideration for safety requirements.

This classification is provisional, but takes into account the recommendations of the Atlantic City Convention.

6. General requirements

6.1 *Electro-heat equipment*

6.1.1 All parts of an electro-heat equipment shall be designed and constructed for the voltage and the frequency bands of the class to which they belong.

Electro-heat appliances shall be so designed and constructed that, when used and operated in accordance with these requirements, no danger can occur to personnel or environment. They shall also not be subject to damage by conditions prevailing at the site where they are installed. They shall withstand, if necessary, the effects of, for instance, any mechanical shocks and vibrations, heat, moisture, pressure and chemical agents. They shall also consist of material having such mechanical properties as to prevent, for instance, mechanical strength reduction, scaling and corrosion.

6.2 *Electrical equipment of electro-heat installations*

6.2.1 Electrical equipment shall be designed and built in order to ensure, under normal working conditions, personnel safety and prevention of risks of fire and explosion.

The equipment shall also have sufficient mechanical strength to avoid the risks of deterioration to which it may be liable.

Furthermore, it shall be so constructed that at all points the current flowing under normal working conditions will not be able to cause dangerous heating of conductors, insulation or nearby objects.

6.2.2 Provisions shall be made to prevent the active conductors or the metal casing and framework of an installation from being brought into contact—because such connections are earthed and not electrically isolated—with voltages which may be dangerous to persons.

6.2.3 Les circuits comprenant à la fois des transformateurs, des bobines d'induction et des condensateurs doivent être conçus pour éviter que n'apparaissent des tensions ou des courants trop élevés qui pourraient, en persistant, endommager lesdits éléments et constituer un risque d'accidents pour les personnes.

Les appareillages de mise en et hors circuit, ainsi que les appareillages de commutation doivent être conçus pour supporter, sans défaillance, les contraintes dues aux courants qui traversent ces circuits et aux surtensions qui peuvent s'y produire.

6.2.4 Les appareils électriques et les canalisations doivent être disposés de telle façon qu'ils ne puissent subir, en fonctionnement normal, l'action néfaste de la chaleur, en particulier celle du milieu environnant, celle des projections de matière en fusion et de sels, de l'humidité, de l'huile, des chocs ou des frottements.

En cas de nécessité, il sera pris des mesures relatives à la construction même, par exemple installation de gouttières, de canaux de protection et autres dispositifs analogues. Dans le cas où il existe des couvercles amovibles, l'état de la garniture de joint ne doit pas s'altérer avec le temps.

6.2.5 Afin de permettre une surveillance efficace, les différentes pièces du matériel électrique et plus spécialement les pièces d'usure doivent, autant que possible, être facilement accessibles; il doit donc y avoir entre elles un écart suffisant.

6.2.6 Le matériel électrique utilisé dans les installations électrothermiques, ainsi que l'appareillage et les canalisations, doivent être conformes aux règles en vigueur dans la mesure où elles s'appliquent. Il doit en être de même pour leur mise en œuvre.

6.3 Charges statiques — Champs de dispersion

6.3.1 Les charges statiques qui pourraient être dangereuses pour le bon fonctionnement des appareils électrothermiques ou qui pourraient constituer un risque pour les personnes doivent être supprimées ou rendues inoffensives.

6.3.2 Des dispositions analogues doivent également être prises en ce qui concerne les champs de dispersion électromagnétique.

6.3.3 Les effets dangereux des tensions induites doivent aussi être évités.

6.4 Radiations

6.4.1 Les appareils électrothermiques doivent être construits de façon à protéger les opérateurs contre les radiations dangereuses.

6.4.2 Les appareils électrothermiques contenant des substances radioactives doivent être munis de signes conventionnels d'avertissement indiquant cet état de chose. Au moment de la livraison de ces appareils, des instructions détaillées doivent être données pour la mise en œuvre, le stockage de ce matériel radioactif ainsi que pour la destruction des résidus.

7. Interdiction d'utiliser la terre comme partie d'un circuit actif

7.1 Il est interdit d'employer comme partie d'un circuit actif la terre, un *conducteur du circuit de protection*, une canalisation, une enveloppe métallique ou bien une structure métallique faisant partie d'un bâtiment. Cette interdiction ne s'oppose pas à la mise à la terre éventuelle des points neutres ainsi qu'à l'emploi de dispositifs de sécurité utilisant la terre comme circuit de retour.

Note. — Les prescriptions pour les installations à haute fréquence sont à l'étude.

6.2.3 Circuits comprising transformers, induction coils and capacitors shall be so designed as to avoid the occurrence of excessive voltages or currents which, if persistent, could cause deterioration of the said parts of these circuits and perhaps constitute a hazard to persons.

The equipment for on/off switching as well as for changeover switching shall be sufficiently robust to withstand without fault the stresses due to the currents flowing through these circuits and the overvoltages which may occur.

6.2.4 Electrical apparatus and wiring shall be so arranged that they do not deteriorate in normal operation due to the effects of heat, particularly that of the surroundings, spattering of melted material and of salts, humidity, oil, shocks or friction.

If necessary, suitable structural measures shall be taken, for example by providing gutters, protective channels and similar devices. In the case of removable covers, the conditions of the joint gaskets must not deteriorate with time.

6.2.5 To facilitate efficient inspection, the various parts of the electrical equipment, and more especially those liable to wear, shall as far as possible be easily accessible; there shall be sufficient spacing left between them.

6.2.6 Electrical equipment used in electro-heat installations as well as fittings and leads shall comply with the relevant requirements as far as they apply. This applies also to their operation.

6.3 *Static charges—Stray fields*

6.3.1 Static charges which may be dangerous for efficient operation of electro-heat appliances or to persons shall be suppressed or made harmless.

6.3.2 Similar precautions shall also be taken concerning electromagnetic leakage fields.

6.3.3 Dangerous effects of induced voltages shall also be avoided.

6.4 *Radiation*

6.4.1 Electro-heat appliances shall be designed to protect operators from the effects of dangerous radiation.

6.4.2 Electro-heat appliances containing radioactive material shall be provided with conventional warning signs indicating this condition. Detailed instructions relating to the operation, to the storage of this radioactive material and to the destruction of its residues shall be supplied at the time of delivery of the appliance.

7. **Prohibition against the use of earth as part of an active circuit**

7.1 It is prohibited to use as part of an active circuit the earth, a *conductor for protective circuits*, a pipe, a metallic sheath or even a metallic structure forming part of a building. This prohibition, however, does not preclude the eventual earthing of neutral points or the adoption of safety devices using the earth as return circuit.

Note. — Requirements for high-frequency equipment are under consideration.

7.2 Les rails de roulement peuvent être utilisés comme circuit de retour, sous réserve que l'impédance de ce circuit soit suffisamment faible pour maintenir, dans tous les cas de défaut, au-dessous de 25 V, en valeur efficace, la tension de pas ou la tension de contact entre ces rails et le sol voisin.

8. Identification des circuits des appareils et des conducteurs

8.1 Lorsque le schéma d'une installation ne représente pas clairement la disposition de ses éléments constitutifs, les circuits et les appareils qui la composent doivent être identifiés au moyen d'étiquettes ou par tout autre moyen approprié en vue d'éviter les accidents dus à des méprises.

En particulier, lorsque dans une même installation coexistent des circuits ou des appareils soumis à des tensions de nature, de domaine ou de fréquence différents, on doit pouvoir les distinguer par simple examen ou, si besoin est, grâce à un marquage très apparent (couche de peinture par exemple).

8.2 Les conducteurs de phase et le conducteur neutre ainsi que les conducteurs de protection doivent être nettement différenciés des autres conducteurs.

9. Plaques signalétiques et schémas de montage

9.1 Les indications suivantes doivent être portées sur la plaque signalétique fixée à tout appareil électrothermique :

- nom du fabricant;
- tension nominale;
- puissance apparente en kilovoltampères (kVA);
- fréquence;
- et, en général, toutes les indications indispensables au fonctionnement des installations.

D'autres indications à inscrire sur la plaque signalétique peuvent être spécifiées dans les règles particulières. Si besoin est, toutes autres indications nécessaires au fonctionnement de l'appareil peuvent être données dans la fiche d'instruction.

10. Restriction d'emploi

10.1 Les appareils électrothermiques mobiles ne doivent pas être alimentés sous une tension supérieure à 500 V.

11. Protection — Commande — Sectionnement

11.1 Protection

Des dispositifs de protection doivent être prévus pour éviter que les conducteurs d'alimentation ne soient parcourus par des courants d'intensité telle que leur passage risque d'être nuisible à ces conducteurs ainsi qu'à leur environnement.

Ces dispositifs de protection doivent avoir un pouvoir de coupure au moins égal à la valeur du courant de court-circuit présumé au point où ils sont installés.

11.2 Commande de secours

Lorsqu'il y a des risques de dangers électriques ou mécaniques, des dispositifs de commande à coupure multipolaire en charge et simultanée doivent être prévus à proximité des appareils d'utilisation afin de permettre la mise hors tension en cas d'urgence. Ils sont disposés de manière à être facilement reconnaissables et rapidement manœuvrables. Pour cela, les boutons de commande doivent être à portée de main de l'opérateur et leur couleur doit être conforme à la Publication 73 de la CEI: Couleurs des voyants lumineux de signalisation et des boutons-poussoirs.

Un même dispositif peut commander plusieurs appareils d'utilisation.

7.2 Track rails may be used as a return circuit, provided that in all fault cases the impedance of the circuit is low enough to limit the step and the contact voltages between the rails and the adjacent earth to less than 25 V r.m.s.

8. Identification of apparatus circuits and conductors

8.1 When the circuit diagram of an installation does not clearly display the arrangement of its components, the circuits and the apparatus shall be identified by means of labels or other suitable methods in order to avoid accidents due to errors.

In particular, when an installation incorporates simultaneously circuits or apparatus for voltages of a different nature, band or frequency, they must be distinguishable by simple examination, or, if necessary, made perfectly conspicuous (e.g. by applying a coat of paint).

8.2 Phase conductors, neutral or protective conductors shall be clearly distinguished from the other conductors.

9. Identification plates and circuit diagrams

9.1 The identification plate fixed on each electro-heat appliance shall bear the following data:

- manufacturer's name;
- rated voltage;
- apparent power in kilovolt-amperes (kVA);
- frequency;
- and, in general, all data essential for operation of the installations.

Other data to be marked on the identification plate may be specified in particular requirements. Where needed, all other data required for operation may be given in the instruction sheet.

10. Restrictions in use

10.1 The voltage supply for movable electro-heat appliances shall not exceed 500 V.

11. ~~Protection—Control—Isolation~~

11.1 *Protection*

Protecting devices shall be provided to prevent currents of an intensity which might give rise to a hazard to supply conductors and to the environment, due to its flow through the latter.

These protecting devices shall have a breaking capacity at least equal to the short-circuit current accepted at their point of installation.

11.2 *Emergency control*

Where a hazard of electric or mechanical dangers exists, control devices for multipole and simultaneous on-load interruption shall be provided in the vicinity of the appliance in order to allow disconnection in case of emergency. They are to be so arranged that they are easily recognized and rapidly operated. Therefore, control buttons shall be within reach of the operator's hand and their colour shall be in accordance with IEC Publication 73, Colours of Indicator Lights and Push-buttons.

The same device can control more than one appliance.

11.3 Sectionnement

Des dispositifs de sectionnement doivent être prévus pour permettre la mise hors tension de l'installation électrique, des circuits ou des appareils individuels, afin de permettre l'entretien, la vérification, la localisation des défauts et les réparations.

Les dispositifs de sectionnement doivent être tels que :

- la coupure simultanée de tous les conducteurs actifs soit assurée;
- la distance d'ouverture des contacts soit au moins égale à 3 mm, sauf s'il s'agit d'appareils pour lesquels la fonction de sectionnement est explicitement reconnue par les règles particulières les concernant;
- des dispositions efficaces soient prises pour éviter toute refermeture intempestive.

Toutefois, la simultanéité de la coupure n'est pas exigée dans les installations alimentées sous une tension non supérieure à 500 V sur les départs équipés de coupe-circuit de courant nominal inférieur à 100 A si les coupe-circuit sont disposés les uns à côté des autres.

Note. — La valeur de 3 mm n'est valable que pour des tensions inférieures ou égales à 250 V. Pour des valeurs supérieures de la tension, les valeurs sont à l'étude.

11.4 Interrupteurs principaux

11.4.1 Les interrupteurs principaux peuvent aussi être confondus avec les appareils de sectionnement indiqués au paragraphe 11.3, à condition qu'il apparaisse clairement que tous les conducteurs ont été coupés et que l'interrupteur puisse être verrouillé en position d'ouverture.

11.4.2 Lorsque les appareils électrothermiques, les machines et les armoires de commande qui y sont rattachées forment un tout, les *interrupteurs de commande* et les autocommutateurs peuvent alors être utilisés comme interrupteurs principaux lorsque la coupure se fait sur tous les conducteurs actifs, à condition qu'ils soient capables de couper le courant défini au paragraphe 11.1.

11.4.3 Dans les installations électrothermiques qui comportent plusieurs circuits (chauffage, entraînement et commande), les coupe-circuit à fusibles principaux peuvent être supprimés si les fusibles protégeant chaque circuit sont groupés.

11.4.4 Les commutateurs principaux fonctionnant comme inverseurs ne doivent pas être utilisés comme interrupteurs principaux en raison du danger qu'ils peuvent présenter du fait de leur alimentation par deux sources différentes.

11.4.5 L'*interrupteur principal* (dispositif général de commande) doit être capable de couper un courant de valeur égale au courant de court-circuit au point de l'installation où il apparaît.

Note. — Les dispositifs permettant la protection contre les courts-circuits en évitant leur développement (par exemple des dispositifs à thyristors) sont à l'étude.

11.5 Dispositifs d'arrêt d'urgence

11.5.1 Un *dispositif d'arrêt d'urgence* doit être utilisé pour la mise hors circuit instantanée de l'installation, en particulier dans les cas suivants :

- a) lorsque l'interrupteur principal est éloigné du poste de travail et ne peut de ce fait être manœuvré à partir de ce poste;
- b) pour la mise hors tension de certains circuits alors qu'il est nécessaire de maintenir en service d'autres circuits pour éviter que n'apparaisse un danger supplémentaire.

11.5.2 Si l'*interrupteur principal* répond aux prescriptions du paragraphe 11.2, il peut également être utilisé comme dispositif d'arrêt d'urgence.

11.3 Isolation

Isolating devices shall be provided in order to allow disconnection of the electric installation, of circuits or of particular appliances for their maintenance, testing, fault localization and repairs.

Isolating devices shall be such that:

- they ensure the simultaneous isolation of all live conductors;
- the opening distance of the contacts is not less than 3 mm, except for apparatus for which the isolating operation is explicitly specified by particular requirements;
- effective measures shall be taken to avoid accidental reclosing.

However, simultaneous isolation is unnecessary in the case of installations supplied at voltages not exceeding 500 V on their input provided with cut-outs for rated currents below 100 A, if the cut-outs are arranged side by side.

Note. — The value of 3 mm is valid only for voltages not exceeding 250 V. Values for higher voltages are under consideration.

11.4 Main circuit-breakers

11.4.1 The main circuit-breakers may also serve as the isolating devices referred to in Sub-clause 11.3, provided that there is positive identification and that the circuit-breakers can be locked in an open position.

11.4.2 When electro-heat apparatus, machines and control boxes attached thereto form one entity, *control switches* and automatic contactors may then be used as main circuit-breakers if interruption is made on all live conductors, provided that they are capable of breaking the current defined in Sub-clause 11.1.

11.4.3 In electro-heat installations having several circuits (heating, drive and control), the main fuses may be omitted if the fuses protecting each circuit are grouped.

11.4.4 Change-over switches shall not be used as main circuit-breakers because of the possible danger resulting from their being fed from two different sources.

11.4.5 The *main circuit-breaker* (main control device) shall be designed to switch off a current of a value equal to the short-circuit current at the point where it occurs.

Note. — Devices for preventing short-circuit currents by avoiding their development (e.g. devices with thyristors) are under consideration.

11.5 Emergency devices

11.5.1 An *emergency device* shall be used for instantaneous disconnection of the installation, particularly in the following cases:

- a) when the main circuit-breaker is remote from the working place and cannot be operated therefrom;
- b) for disconnecting certain circuits when it is necessary to maintain the supply to other circuits in order to avoid an additional hazard.

11.5.2 Provided that the *main circuit-breaker* meets the requirements of Sub-clause 11.2, it can also be used as an emergency device.

11.5.3 Les organes de commande de l'*interrupteur de secours* doivent être disposés de telle sorte qu'ils puissent être facilement et rapidement accessibles par le personnel et utilisés sans danger. Ces organes doivent être signalés de façon visible en couleur rouge; la marque de repérage doit se détacher nettement des autres éléments de circuit peints en rouge.

S'il existe plusieurs interrupteurs de secours, leurs organes de commande doivent être nettement repérés lorsque leur rôle n'apparaît pas clairement dans l'installation.

12. Circuits de commande

La conception des *circuits de commande* doit viser à assurer, en toute circonstance, la sécurité du personnel et à protéger efficacement le matériel contre les conséquences d'un défaut de l'appareillage ou d'une fausse manœuvre de l'opérateur.

12.1 Les circuits de commande doivent être alimentés sous des tensions nominales non supérieures à 500 V, à l'exception des appareils électroniques et des amplificateurs magnétiques.

12.2 Les circuits de commande doivent être de préférence alimentés sous une tension inférieure ou égale à 250 V. Les circuits de commande, quelles que soient leurs tensions nominales, doivent, en courant alternatif, être alimentés par l'intermédiaire d'un transformateur dont les enroulements primaires et secondaires sont séparés, à moins que, pour les circuits de commande alimentés à une tension inférieure ou égale à 250 V, des dispositions particulières soient prises pour assurer une sécurité équivalente.

12.3 Les circuits de commande ne doivent pas être alimentés par un réseau distinct de celui ou de ceux alimentant l'installation électrothermique, à moins que des dispositions ne soient prises pour assurer la permanence de service du réseau alimentant lesdits circuits.

Dans le cas où un danger pourrait intervenir par suite d'un incident sur l'un des réseaux, tous les autres réseaux et le circuit de commande devraient être coupés automatiquement.

Des dispositions doivent être prises pour assurer le maintien de l'alimentation de certains circuits auxiliaires (ceux alimentant les pompes à eau de refroidissement par exemple) en cas d'interruption de la source d'alimentation.

La mise à la masse (ou la terre) accidentelle d'un point du circuit de commande ne devrait ni provoquer une mise en marche intempestive ni empêcher l'arrêt du matériel électrothermique.

12.4 Les auxiliaires de commande ne doivent pas couper indépendamment le conducteur neutre, à moins que des dispositions ne soient prises pour éviter tout danger pouvant intervenir dans ces circuits de commande en cas de défaut. Dans le cas contraire, des mesures de sécurité spéciales (à l'étude) doivent être prises pour que l'installation soit maintenue hors tension.

13. Raccordement au réseau

13.1 Dispositions générales

13.1.1 Le conducteur neutre et le conducteur de protection doivent être distincts dans toute l'installation et doivent être convenablement repérés. Le mode de repérage devra être conforme à la Publication 391 de la CEI: Marques de repérage des conducteurs isolés, et à la Publication 446 de la CEI: Identification par couleurs des conducteurs isolés et des conducteurs nus.

13.1.2 Des dispositions doivent être prises pour que, aux points de raccordement, les conducteurs ne puissent être soumis à des contraintes mécaniques anormales de traction, flexion, torsion, frottements ou à des vibrations qui seraient susceptibles de les endommager.

11.5.3 Control parts of the *emergency switch* shall be so arranged that they are easily and quickly accessible to personnel and can be operated without danger. These parts shall be marked in red with the point of location clearly distinguished from other parts of the circuit painted in red.

If several emergency switches are provided, their control parts shall be clearly marked if their purpose is not obviously indicated in the installation.

12. Control circuits

The design of *control circuits* shall tend to ensure, under all circumstances, safety of personnel and to protect equipment effectively against the consequences of a fault of the appliance or incorrect switching by the operator.

12.1 Control circuits shall be supplied at rated voltages not exceeding 500 V with the exception of electronic apparatus and magnetic amplifiers.

12.2 Control circuits shall be supplied preferably at a voltage not exceeding 250 V. Control circuits, irrespective of their rated voltage, shall be supplied with a.c. through a transformer with separated primary and secondary windings, unless, for control circuits supplied at a voltage not exceeding 250 V, special measures are taken to ensure an equivalent safety.

12.3 Control circuits shall not be supplied from a supply different from that or those feeding the electro-heat installation, unless measures are taken to ensure permanence of the supply feeding the said circuits.

In the case where danger could occur as the result of a fault in one of the networks, all the other networks and the control circuit should be cut off automatically.

In the case of switching off the supply source, measures shall be taken to maintain the supply of some auxiliary circuits (for example those feeding cooling water pumps).

The accidental connection of a part of the control circuit to earth should neither cause inopportune operation nor prevent the electro-heating equipment from stopping.

12.4 Control auxiliaries shall not interrupt independently the neutral conductor, unless measures are taken to eliminate all hazard to the control circuits which might occur under fault conditions. Otherwise, special safety measures shall be taken (under consideration) so that the installation is maintained switched off.

13. Connection to the network

13.1 General requirements

13.1.1 The neutral and protective conductors shall be distinct throughout the whole installation and suitably marked. The designation being in compliance with IEC Publication 391, Marking of Insulated Conductors, and IEC Publication 446, Identification of Insulated and Bare Conductors by Colours.

13.1.2 Steps shall be taken to ensure that, at connecting points, the conductors undergo no abnormal mechanical stresses involving tension, flexing, torsion, friction or vibration liable to damage them.

13.1.3 L'enveloppe des conducteurs doit être réalisée de manière à assurer :

- d'une part, la protection des isolants contre l'abrasion et les déchirures,
- d'autre part, la protection des conducteurs contre la traction et la torsion.

13.2 *Raccordement fixe*

13.2.1 Le dispositif destiné à éviter les efforts de traction ne doit pas être mis sous tension et doit être conçu de manière à éviter toute dégradation du conducteur et tous efforts anormaux de traction, conformément aux dispositions du paragraphe 13.1.

13.2.2 Au point d'entrée des conducteurs de raccordement fixe, le rayon de courbure de ces derniers doit être suffisamment grand pour éviter leur détérioration. Les conducteurs doivent pouvoir être introduits avec leur enveloppe, sans risque d'être endommagés.

13.3 *Raccordement amovible*

13.3.1 Le matériel électrothermique qui n'est pas raccordé à demeure aux canalisations fixes doit comporter un conducteur amovible de raccordement comme spécifié au paragraphe 2.3.3.

13.3.2 Toute canalisation souple doit être pourvue d'une gaine de protection conforme aux prescriptions du paragraphe 13.1.2, et les dispositions prises pour réaliser la protection contre la traction et la torsion doivent être facilement identifiables.

Des mesures présentant les caractéristiques d'un expédient ne sont pas permises.

13.3.3 Les conducteurs souples pour le raccordement amovible doivent être protégés contre les pliages excessifs aux entrées dans l'appareil.

Des dispositifs de protection doivent être fixés d'une façon sûre et doivent avoir une longueur suffisante.

13.3.4 Les entrées pour les conducteurs de raccordement doivent être prévues de façon que le revêtement protecteur des conducteurs puisse être introduit sans risque de détérioration.

Les entrées pour les conducteurs de raccordement doivent être munies de manchons isolants.

13.3.5 L'espace prévu pour les conducteurs d'alimentation à l'intérieur des appareils doit être tel qu'on puisse les introduire et les raccorder facilement et qu'on puisse fixer le couvercle, s'il en existe un, sans risque d'endommager les conducteurs.

13.3.6 Dans le cas de raccordement par patins, les parties actives ne doivent pas être accessibles, aussi bien lorsque les éléments sont assemblés que lorsqu'ils ne sont pas assemblés mais qu'ils sont sous tension.

13.3.7 Les canalisations servant au raccordement des appareils *amovibles* doivent comporter tous les conducteurs actifs et les conducteurs de protection nécessaires au fonctionnement et à la sécurité d'emploi de ces appareils, tous ces conducteurs étant électriquement distincts et matériellement solidaires.

Note. — Les essais de conformité à l'article 13 sont à l'étude.

14. **Protection contre les chocs électriques en service normal**

Note. — Les règles pour la sécurité des installations à haute fréquence et à hyperfréquence seront précisées lors de l'élaboration des règles particulières à ce type d'installation.

13.1.3 The enclosure of the conductors shall be such that it ensures:

- protection of insulation against abrasion and lacerations,
- protection of conductors against tension and torsion.

13.2 *Fixed connection*

13.2.1 The device adopted for the avoidance of tensile stresses shall not be put under voltage, and shall also be so designed that any deterioration of the conductor to be protected from abnormal tensile stresses is prevented in accordance with Sub-clause 13.1.

13.2.2 At the point of entry of the fixed wiring, the bending radius of the conductors shall be sufficiently large to avoid damage. The conductors shall be inserted with their enclosures without risk of damage.

13.3 *Removable connection*

13.3.1 Electro-heat equipment which is not permanently connected to fixed wiring shall include a removable connecting conductor as defined in Sub-clause 2.3.3.

13.3.2 All flexible wiring shall be provided with protective sheaths in accordance with the requirements of Sub-clause 13.1.2, and the steps taken to ensure protection against tensile stress and torsion shall be readily recognizable.

Any method of an expedient nature is not allowed.

13.3.3 Flexible conductors for removable connections shall be protected against excessive flexing at the points of insertion in the apparatus.

Protective devices shall be fixed securely and shall be sufficiently long.

13.3.4 The lead-in points of connecting conductors shall be such that the protective covering of the conductors can be inserted without risk of deterioration.

The lead-in points of connecting conductors shall be provided with insulating sleeves.

13.3.5 The spacing provided for the supply leads inside the apparatus shall be such that they can be easily inserted and connected, and if a cover or lid is provided, it shall be readily secured in position without risk of damage to conductors.

13.3.6 In the case of connection by sliding contact, the live parts shall not be accessible when parts are assembled or when they are dismantled but are live.

13.3.7 The connecting lines of *removable* appliances shall contain all the active conductors and protective conductors necessary for their operation and safe use, all these conductors being electrically distinct and laid-up together.

Note. — Tests to check compliance with the requirements of Clause 13 are under consideration.

14. **Protection against electric shock in normal service**

Note. — Safety requirements in high-frequency and microwave installations will be given when preparing particular requirements for this type of installation.

14.1 Dispositions générales

14.1.1 Aucun conducteur ni aucune pièce conductrice destiné à être mis sous tension ne doit, lorsqu'il est sous tension, se trouver à portée des personnes sur les emplacements et lieux où elles travaillent ou dans les passages qu'elles empruntent, sauf exceptions indiquées au paragraphe 14.1.2.

Cette interdiction s'applique également au conducteur neutre d'une installation alimentée en courant alternatif et à tout conducteur de terre reliant ce conducteur neutre ou le neutre de la source d'alimentation à la terre, sauf si le conducteur neutre est en même temps utilisé comme conducteur de protection.

14.1.2 Il est permis de déroger aux prescriptions du paragraphe 14.1.1 pour les installations de sécurité à tension du domaine 1. Pour les autres installations, cette dérogation n'est permise que si les trois conditions suivantes sont simultanément remplies :

- a) la valeur des tensions mises en jeu ne doit pas dépasser les limites supérieures prévues pour des installations du domaine 2;
- b) quand l'opérateur se trouve à son poste de travail, ses pieds doivent être isolés efficacement par rapport au sol; cet *isolement*, pour les installations du domaine 2 alimentées sous une tension non supérieure à 500 V, peut être assuré par le port de chaussures isolantes adaptées à cette tension;
- c) l'opérateur doit être dans l'impossibilité matérielle de toucher simultanément une partie active nue et un objet métallique non isolé par rapport à la terre ou *deux parties actives nues si la différence de potentiel existant entre elles excède 25 V en courant alternatif*.

Dans certains cas, des valeurs plus élevées peuvent être permises si l'on prend des précautions spéciales, par exemple dans des fours à arc, fours à électrolyse, etc.

14.1.3 Le matériel électrothermique doit présenter une stabilité mécanique suffisante dans les conditions normales de son exploitation.

14.1.4 La condition imposée au paragraphe 14.1.1 peut être satisfaite, soit en éloignant simplement les pièces conductrices ou les conducteurs, soit en interposant des obstacles efficaces, soit en isolant les conducteurs et les pièces conductrices.

Dans le cas de matériel électrothermique à éléments chauffants amovibles, la protection doit être assurée même pendant le remplacement de l'élément chauffant.

14.2 Mise hors de portée par éloignement

Lorsque la mise hors de portée est assurée par le seul éloignement, la distance prévue doit être telle qu'il ne puisse y avoir contact ou amorçage entre les pièces sous tension et les personnes (ou les objets que ces dernières manipulent ou transportent habituellement).

Compte tenu des contraintes auxquelles les parties actives sont normalement soumises, leur résistance mécanique ainsi que celle de leur support doivent être telles que la permanence de l'éloignement soit assurée contre tout risque de relâchement ou de chute.

14.3 Mise hors de portée au moyen d'écrans

14.3.1 Lorsque la mise hors de portée est réalisée au moyen d'écrans, l'efficacité permanente de ceux-ci doit être assurée par leur nature, leur étendue, leur disposition, leur stabilité et leur solidité, compte tenu des contraintes auxquelles ils sont normalement soumis. Ils doivent notamment résister à l'action de la chaleur dégagée par le matériel électrothermique en service. On ne doit pouvoir les enlever qu'en utilisant des outils.

Les éléments chauffants sous tension, qui seraient susceptibles d'être touchés accidentellement en service normal, doivent être protégés de façon qu'il soit pratiquement impossible de les toucher.

14.1 *General requirements*

14.1.1 No conductor or conductive part intended to become live shall, when under voltage, be accessible to persons at the sites, work places or gangways they use, with the exceptions indicated in Sub-clause 14.1.2.

This prohibition applies also to the neutral conductor of an installation operating with a.c., and to every earth wire connecting this neutral conductor or the neutral point of the supply line to earth, unless the neutral conductor is also used as a protective conductor.

14.1.2 Departure from the requirements indicated in Sub-clause 14.1.1 is permissible in the case of voltage band 1 safety installations. In other cases, this departure is permissible provided the following three conditions are simultaneously complied with:

- a) the value of the voltages applied shall not exceed the upper limits of voltage band 2 installations;
- b) the operator's feet shall be effectively insulated from earth at the place of work; in the case of voltage band 2 not exceeding 500 V, this *insulation* may be ensured by the wearing of insulating footwear suitable for this voltage;
- c) the physical impossibility of touching simultaneously a bare live part and a metallic object not insulated from earth, or *two bare live parts if their potential difference exceeds 25 V a.c.*

In some cases, higher values may be allowed if special precautions are taken, e.g. in arc furnaces, electrolytic furnaces, etc.

14.1.3 Electro-heat shall have sufficient mechanical stability under its normal working conditions.

14.1.4 The requirement laid down in Sub-clause 14.1.1 may be met either by simply making the conductive parts or conductors remote or by the insertion of effective barriers, or by insulating the conductors and conductive parts.

In the case of electro-heat equipment with replaceable heaters, protection shall be ensured even while the heater is being replaced.

14.2 *Inaccessibility by remoteness*

When inaccessibility is ensured by remoteness only, the distance provided must be such as to make contact or flashover between parts under voltage and persons (or objects they may use or carry) impossible.

Owing to the stresses to which live parts are normally subjected, their mechanical strength and also that of their supports must be such that the permanency of the remoteness can be ensured against any risk of relaxation or fall.

14.3 *Inaccessibility by means of screens*

14.3.1 When inaccessibility is ensured by screens, the permanent effectiveness of the latter shall be maintained by their nature, extent, arrangement, stability and robustness, taking into account the stresses to which they are normally subjected. They shall resist the action of heat given out by equipment in use. They shall be removable only by means of tools.

Live heating elements liable to be touched accidentally during use under normal conditions shall be protected in such a way that it is practically impossible to touch them.

14.3.2 Il est interdit, sauf exception prévue à l'alinéa suivant, de faire cesser, pour une cause quelconque, et de quelque façon que ce soit, la protection par écrans ainsi établie sans que l'on ait au préalable mis hors tension les parties actives et les pièces conductrices qu'ils ont pour objet de mettre hors de portée. Pour les installations du domaine 3 alimentées sous une tension supérieure à 500 V, cette interdiction doit être rappelée par des pancartes apposées sur tous les écrans mobiles ou amovibles.

Toutefois, pour les installations du domaine 2 alimentées sous une tension non supérieure à 500 V, il peut être dérogé à cette interdiction pour des impératifs d'entretien, mais sous réserve que l'on prenne des précautions spéciales.

14.3.3 Si le déplacement ou le retrait d'un écran mobile ou amovible rend accessibles des pièces conductrices du domaine 3 ou du domaine 4 portées à une tension supérieure à 500 V, cet écran doit être maintenu en position au moyen d'une serrure, sauf si le déplacement ou le retrait de l'écran se traduit automatiquement par la mise hors tension prescrite au paragraphe 14.3.2 ou par la substitution d'un autre écran.

La clé de cette serrure ne doit pouvoir être utilisée que sous la responsabilité d'un agent spécialement désigné. En outre, pour les installations du domaine 4 alimentées sous une tension supérieure à 1 000 V, la mise hors tension prescrite doit toujours être effectuée avant la libération de l'écran au moyen de la clé.

Le détail des opérations à effectuer pour assurer cette mise hors tension doit être défini par une consigne affichée en un endroit approprié, expressément désigné au personnel intéressé. De plus, un dispositif de vérification d'absence de tension sur ces conducteurs et parties actives nues doit être mis à la disposition des opérateurs.

Des bornes de terre doivent exister au voisinage pour que les conducteurs et les pièces conductrices nues puissent être, en cas de besoin, facilement mis à la terre et en court-circuit après leur mise hors tension.

14.4 *Mise hors de portée par isolation*

14.4.1 Lorsque la mise hors de portée est assurée par *isolation*, le revêtement des conducteurs et pièces sous tension doit être adapté à la tension de l'installation et conserver ses propriétés dans le temps, compte tenu des risques de détérioration auxquels il est exposé. Ne sont pas considérés comme revêtements isolants: l'application d'un vernis, l'émaillage ou l'oxydation des parties métalliques, ainsi que le scellement dans la masse de remplissage, sauf si cette dernière présente les qualités de solidité et de stabilité nécessaires.

14.4.2 Les axes des organes de manœuvre, ainsi que les poignées, leviers, boutons-poussoirs, etc., ne doivent pas être sous tension.

14.4.3 Les éléments assurant la protection contre tout contact éventuel doivent avoir une résistance mécanique appropriée et ne doivent pas pouvoir prendre de jeu pendant le service normal. Il doit être impossible de les enlever sans l'aide d'un outil.

14.5 *Prises de courant, prolongateurs et connecteurs*

14.5.1 Les prises de courant, prolongateurs et connecteurs doivent être disposés de façon que les parties actives ne soient pas accessibles au toucher, aussi bien lorsque leurs éléments sont assemblés que lorsqu'ils sont séparés.

14.5.2 Le raccordement avec la canalisation fixe de la canalisation souple aboutissant à un *appareil amovible* doit être effectué au moyen d'une prise de courant comportant un nombre d'organes de contact électriquement distincts mais matériellement solidaires, égal au nombre de conducteurs nécessaires pour le fonctionnement et la sécurité d'emploi de l'appareil amovible.

Lorsque, parmi les conducteurs nécessaires, il y a un conducteur de terre, de mise au neutre ou de liaison équipotentielle, les organes de contact doivent être conçus de façon à ne pouvoir être mis sous tension au cours d'une manœuvre.

En outre, ces organes de contact ne doivent assurer ou supprimer la mise à la terre, la mise au neutre ou la liaison équipotentielle que lorsque l'appareil est hors tension.

14.3.2 Except in the case indicated in the following paragraph, it is prohibited to interrupt, for any reason or in any way whatsoever, the protection provided by the interposed screens without previously switching off the live parts and the conductive parts which these screens have to render inaccessible. For installations of voltage band 3 above 500 V, this prohibition shall be emphasized by the provision of notices displayed conspicuously on all moving or removable screens.

However, for installations of voltage band 2 not exceeding 500 V, this prohibition may be disregarded for essential maintenance reasons, but provided that special precautions are taken beforehand.

14.3.3 If parts of voltage bands 3 or 4 above 500 V are rendered accessible by displacement or removal of a mobile or removable screen, the screen shall be retained in position by means of a lock unless the displacement or removal results in automatic interruption of the voltage, as specified in Sub-clause 14.3.2, or in provision of another screen as replacement.

The use of the key to this lock shall be the responsibility of a specially entrusted person. Moreover, in the case of installations of voltage band 4 above 1 000 V, the required interruption of the voltage shall always be effected before the key is used to remove the screen.

The details of the procedure to be followed to ensure interruption of the voltage shall be indicated on a notice posted in a suitable position, and the attention of the personnel concerned specially called to its purport. Furthermore, an instrument shall be available to operators by means of which they can check that the bare live parts are dead.

Earth terminals shall be available in the vicinity so that conductors and bare conductive parts can, if necessary, be easily earthed and short-circuited after interrupting the voltage.

14.4 *Inaccessibility by means of insulation*

14.4.1 When inaccessibility is ensured by *insulation*, the covering of the conductors and live parts shall be adapted to the voltage of the installation, and shall retain its properties during life with regard to the risks of deterioration to which it may be subjected. Varnishing, enamelling or oxidation of the metallic parts or even sealing in the filling compound are not considered as insulation, except in the case where the compound has the necessary stability and solidity.

14.4.2 Spindles and shafts of control devices, and handles, levers, push-buttons and the like shall not be live.

14.4.3 The elements ensuring protection against possible touching shall have appropriate mechanical strength and shall not work loose during normal use. It shall be impossible to remove them without the use of a tool.

14.5 *Plugs, extension leads and connectors*

14.5.1 Plugs, extension leads and connectors shall be arranged so that the live parts cannot be touched irrespective of whether their parts are assembled or separated.

14.5.2 The connection of the flexible line of a *removable appliance* to a fixed line shall be effected by means of a plug carrying a number of electrically distinct but materially assembled contact elements equal to the number of conductors needed for the operation and safe use of the removable appliance.

When among the necessary conductors there is one for earthing, neutral connection or equipotential connection, the contact elements shall be designed in such a way that they cannot be rendered live during an operation.

Moreover, the said contact elements shall ensure or remove earthing, neutral connection or equipotential connection only when the appliance is not under voltage.

Lorsqu'on utilise des socles et des fiches de prise de courant pour le raccordement, les dispositifs doivent être tels que la connexion de terre soit mise en contact la première et coupée en dernier lieu. La fiche doit se trouver dans la partie qui comprend le câble souple.

14.5.3 Lorsque, dans une même installation, il est fait usage de plusieurs tensions ou natures de courant, on doit employer des prises de courant de modèle distinct pour chaque tension ou nature de courant.

Lorsque la permutation des pôles ou des phases est susceptible d'effets nuisibles à la sécurité, les prises de courant doivent être d'un modèle s'opposant à cette permutation.

Les prolongateurs et connecteurs de canalisations souples doivent satisfaire aux mêmes prescriptions que les prises de courant.

14.5.4 Les prolongateurs qui sont employés à l'extérieur et à découvert doivent être d'un modèle étanche, à moins que des dispositions ne soient prises pour éviter les effets de l'humidité sur leurs isolants et sur leur sécurité de manœuvre.

14.5.5 La jonction et la séparation des deux constituants d'une prise de courant, d'un prolongateur ou d'un connecteur doivent s'effectuer sans compromettre la sécurité des personnes.

Dans les installations électrothermiques du domaine 3 alimentées sous une tension supérieure à 500 V, les opérations de jonction et de séparation de ces constituants doivent être précédées, au moyen d'un dispositif approprié, d'une mise hors tension automatique des conducteurs d'amenée du courant. Il doit en être de même dans les installations du domaine 2 alimentées sous une tension inférieure ou égale à 500 V lorsque l'intensité du courant dépasse 32 A en courant alternatif ou continu.

15. Protection contre les chocs électriques en conditions de défaut

15.1 Dispositions générales

15.1.1 Les personnes doivent être protégées contre les risques qui résulteraient pour elles de contacts simultanés avec les masses, d'une part, ou avec une *masse* et les sols, planchers, murs et parois ainsi que les structures et canalisations métalliques entre lesquels peut apparaître une différence de potentiel dangereuse, d'autre part.

15.1.2 Il n'est pas exigé, pour satisfaire aux dispositions du paragraphe 15.1.1, d'autres mesures de protection :

- a) pour le matériel alimenté à tension du domaine 1 de sécurité (voir l'article 4);
- b) pour les autres matériels, lorsque les opérateurs sont :
 - soit hors de portée des éléments susceptibles d'être mis accidentellement sous tension,
 - soit séparés de ces éléments par des écrans ou des revêtements isolants efficaces;
- c) pour les installations où les tensions mises en jeu n'excédant pas les limites de tension du domaine 3,
 - si l'isolement efficace des pieds de l'opérateur par rapport au sol doit être assuré pendant le travail (cet isolement peut, dans le cas des installations du domaine 2 alimentées sous une tension non supérieure à 500 V, être assuré par le port de chaussures isolantes adaptées à cette tension, dans le cadre des consignes précises d'exploitation), et
 - si l'opérateur est dans l'impossibilité de toucher simultanément une masse et un objet métallique non isolé de la terre ou deux masses qui ne seraient pas reliées électriquement entre elles.

Note. — Cette dérogation n'est admise que si l'installation fait l'objet de consignes d'exploitation précises.

15.1.3 Les dispositions à mettre en œuvre pour satisfaire aux prescriptions du paragraphe 15.1.1 doivent être conformes aux normes et réglementations en vigueur, dans la mesure où elles s'appliquent.

When plugs and sockets are used for connection, the devices shall be so designed that the earth connection is the first to be made when plugging in, and the last to be interrupted when the plug is withdrawn. The plug shall be installed in the part comprising the flexible cable.

14.5.3 In cases where in the same installation several voltages or types of current are used, plugs of a distinctly different model shall be adopted for each voltage or type of current.

Should the transposition of poles or phases be liable to give rise to effects impairing safety, the plugs utilized shall be of a type making such transposition impossible.

Extensions and connectors to flexible lines shall comply with the same requirements as for plugs.

14.5.4 Extensions employed outdoors or in the open shall be of the watertight type, unless precautions are taken to prevent the effects of humidity on their insulants and on their safe operation.

14.5.5 The joining and withdrawal of the two parts of a plug point, an extension or a connector shall take place without endangering the safety of persons.

In electro-heat installations of voltage band 3 above 500 V, the operations of joining and withdrawing these parts shall be preceded by the supply conductors being switched off automatically by an appropriate device. The same shall apply in the case of installations of voltage band 2 not exceeding 500 V when the current is greater than 32 A a.c. or d.c.

15. Protection against electric shock under fault conditions

15.1 General requirements

15.1.1 Persons must be protected against the risks to which they may be exposed through simultaneous contact with exposed conductive parts, or contact with *exposed conductive parts* and the ground floors, walls and partitions, as well as with metallic structures and metal pipe lines between which dangerous potential differences may occur.

15.1.2 With regard to the requirements of Sub-clause 15.1.1, no other protective measure is needed for:

- a) equipment supplied at band 1 safety voltage (see Clause 4);
- b) other equipment when the operators are:
 - either placed out of reach of elements likely to become accidentally live,
 - or are separated from such elements by the interposition of screens or efficient insulating coverings.
- c) in installations where the voltages involved do not exceed the limits of voltage band 3,
 - if the operator's feet are effectively insulated from earth whilst at the working position (for installations of voltage band 2 not exceeding 500 V, this insulation may be ensured by wearing insulating footwear suitable for this voltage in compliance with detailed operation regulations), and
 - if it is impossible for the operator to touch simultaneously an exposed conductive part and a metallic object not insulated from earth, or two exposed conductive parts with no electrical connection between them.

Note. — This is admitted only when the installation is provided with precise operating instructions.

15.1.3 The measures to be taken in order to comply with the requirements of Sub-clause 15.1.1 shall be in accordance with the relevant standards and regulations in force as far as they apply.

15.1.4 Certains appareils électrothermiques étant susceptibles d'avoir des courants de fuite importants, il peut être nécessaire d'alimenter les installations électrothermiques par des transformateurs distincts de ceux alimentant les autres installations.

15.2 Dispositions en vue de la mise à la terre

15.2.1 Les parties métalliques des appareils électrothermiques, qui sont accessibles et qui sont susceptibles d'être mises accidentellement sous tension en cas de défaut d'isolement, doivent être reliées électriquement, d'une façon sûre et durable, entre elles et à une borne de terre ou au contact de terre du socle du connecteur.

Cette prescription ne s'applique pas aux petites vis ou rivets isolés.

15.2.2 Les appareils électrothermiques mentionnés au paragraphe 15.2.1 et prévus pour être raccordés à demeure aux canalisations fixes ou avec des conducteurs souples fixés à demeure, doivent être pourvus d'une borne de terre.

15.2.3 Le métal de la borne de terre doit être tel qu'il n'y ait pas risque de corrosion au contact du métal du conducteur de terre dans les conditions normales d'utilisation.

Dans les cas des bornes de terre placées sur des pièces en alliage d'aluminium, des précautions appropriées devraient être prises pour éliminer tout risque de corrosion résultant du contact métal-aluminium.

15.2.4 Les vis des bornes de terre ne doivent pouvoir être desserrées qu'avec l'aide d'un outil.

15.2.5 Si les appareils électrothermiques mentionnés au paragraphe 15.2.1 comportent un socle pour connecteur, ce socle doit être pourvu d'un contact de terre approprié.

15.2.6 Les câbles souples fixés à demeure sur les dispositifs électrothermiques mentionnés au paragraphe 15.2.1 et destinés à être utilisés dans les locaux humides ou dans des conditions analogues doivent être pourvus d'un conducteur de terre et d'une prise avec contact de terre.

Le conducteur de terre doit être identifié par la double couleur vert/jaune ou, en variante, par la couleur verte.

15.2.7 Lorsqu'un appareil électrothermique se compose de plusieurs éléments, on doit placer une borne pour le raccordement de la ligne de mise à la terre sur chaque élément.

15.2.8 La connexion entre la borne de terre ou le contact de terre et les éléments qui doivent y être reliés doit être de faible résistance électrique.

Note. — La méthode de vérification de cette résistance est actuellement à l'étude.

15.2.9 Les organes de manœuvre, tels que poignées, leviers, boutons-poussoirs, etc., dont les axes peuvent être mis sous tension en cas de défaut d'isolement, doivent être en matière isolante adaptée à la tension mise en jeu ou recouverts d'un matériau isolant approprié.

Toutefois, cette disposition n'est pas obligatoire:

- a) si ces organes de manœuvre sont mis à la terre de telle façon qu'en cas de contact avec un opérateur non isolé de la terre, il ne puisse en résulter un danger;
- b) ou si la manœuvre ne peut être effectuée que si l'opérateur est convenablement isolé du sol et qu'il lui est impossible de toucher en même temps un autre objet métallique non isolé de la terre.

15.2.10 Les poignées qui sont continuellement tenues en main en service normal des appareils électrothermiques doivent être construites de façon à empêcher un contact accidentel de la main de l'utilisateur avec toute partie métallique qui pourrait être mise sous tension en cas de défaut.

15.1.4 Since some electro-heat appliances are liable to have considerable leakage currents, it may be necessary to supply electro-heat installations via transformers separate from those supplying other installations

15.2 Earthing provisions

15.2.1 Accessible metal parts of electro-heat appliances which are liable to become live accidentally in the event of an insulation fault shall be connected electrically in a safe and durable manner between themselves and an earth terminal or an earth contact of the connector plug.

This requirement does not apply to small isolated screws or rivets.

15.2.2 The electro-heat appliances mentioned in Sub-clause 15.2.1 and arranged for permanent connection to fixed wiring or with permanently fixed flexible conductors shall be provided with an earth terminal.

15.2.3 The metal of the earth terminal shall be such that there is no risk of corrosion when in contact with the metal of the earth conductor, under normal service conditions.

In cases where earth terminals are in contact with aluminium alloy parts, suitable precautions should be taken for preventing any risk of corrosion due to contact between metal and aluminium.

15.2.4 It shall be possible to loosen the screws of earth terminals only by means of a tool.

15.2.5 If the electro-heat appliances referred to in Sub-clause 15.2.1 include a socket for the connector plug, the latter shall be provided with an appropriate earth contact.

15.2.6 The permanently-fixed flexible conductors on electro-heat appliances referred to in Sub-clause 15.2.1 and intended to be used in humid premises or under similar conditions shall be provided with an earth lead and a plug with an earth contact.

The earth conductor shall be designated by green/yellow colours or, alternatively, green.

15.2.7 When an electro-heat appliance comprises several parts, each part shall be provided with a terminal for its connection to the earth wiring.

15.2.8 The connection between the earth terminal or the earth contact and the parts which are to be connected is to be of low electric resistance.

Note. — The method of checking the resistance is, at present, under consideration.

15.2.9 Control devices such as handles, levers, push-buttons, etc., the axes of which may become live through an insulation fault, shall be made of insulating material capable of withstanding the voltage involved, or else appropriately covered with an insulating material.

However, this requirement is not mandatory:

- a) if the control devices are earthed so that contact by an operator not insulated from earth cannot be harmful;
- b) or if the operation cannot be carried out unless the operator is suitably insulated from earth and it is impossible for him to touch simultaneously another metallic object not isolated from earth.

15.2.10 Handles that are continually held in the hand during normal use of the electro-heat appliances shall be designed so as to prevent accidental contact between the user's hand and any metallic part liable to become live in the event of a fault.

16. Protection contre les risques de brûlure, d'incendie et d'explosion d'origine électrique

16.1 Dispositions générales

16.1.1 Les prescriptions du présent article sont applicables au matériel électrothermique de tout domaine, y compris le matériel du domaine 1.

16.1.2 En service normal, doit être évité tout accident de personne pouvant être provoqué, soit par contact avec les parties extérieures du four, soit par tout engin mécanique. Le fabricant doit donc indiquer les parties extérieures du four qui peuvent se trouver portées à une température excessive en service normal.

16.1.3 Les parties constituées en matériaux isolants, organiques ou non, doivent être résistantes à la chaleur de telle sorte que leurs propriétés électriques et mécaniques ne puissent être altérées aux températures de service.

16.1.4 La température atteinte en régime normal par le matériel électrique ne doit pas compromettre son isolation.

16.1.5 Les raccordements des canalisations entre elles et avec les appareils doivent être établis de manière à ne provoquer aucun excès d'échauffement local desdites canalisations. Il doit pouvoir être facilement vérifié qu'il en est bien ainsi, sans qu'il soit nécessaire de déposer les appareils ou les canalisations.

Les conducteurs et les connexions doivent être renforcés du point de vue diamètre et isolation pour tenir compte des températures de service atteintes.

16.1.6 Des dispositions doivent être prises pour éviter que ne se produise sous l'effet des courants induits un échauffement excessif des conducteurs, connexions et parties métalliques proches.

16.1.7 Les canalisations à poste fixe doivent être protégées contre une augmentation anormale du courant et en particulier en cas de court-circuit et aussi en cas de surcharges si l'éventualité de celles-ci n'est pas exclue.

16.1.8 Les appareils ne doivent pas être utilisés dans des conditions de service s'écartant de celles pour lesquelles ils ont été construits.

16.1.9 Les accessoires électriques des appareils électrothermiques doivent être installés de telle sorte qu'ils ne soient pas soumis à des températures de valeur supérieure à la valeur maximale qu'ils peuvent supporter.

16.2 Interrupteurs, coupe-circuit, disjoncteurs

16.2.1 Le matériel destiné à interrompre ou à établir des courants électriques doit être capable de le faire sans qu'il en résulte d'effets nuisibles, projection de matière en fusion ou formation d'arcs durables par exemple. En particulier, il doit ou bien être muni d'enveloppes s'opposant à ce que ces phénomènes se développent à l'extérieur, ou bien être placé de telle façon qu'aucune substance métallique ou combustible ne se trouve dans le périmètre de sécurité de ce matériel.

16.3 Locaux présentant des risques d'incendie

Si les fours sont prévus pour des processus spéciaux, ou si le four est installé dans un emplacement présentant des risques d'incendie, des dispositions spéciales doivent être prises, tenant compte de ces conditions spéciales.

Note. — En ce qui concerne les risques d'incendie, des règles particulières sont à l'étude, tenant compte de conditions très spéciales, par exemple de celles où l'incendie est dû à la charge elle-même.

16.4 Locaux présentant des risques d'explosion

16.4.1 Les installations électrothermiques doivent être situées *en dehors des zones présentant des risques d'explosion*, à moins d'être conçues et réalisées de façon qu'elles ne puissent pas provoquer l'inflammation de matières en des atmosphères explosives existantes.