

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

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

**RECOMMANDATION DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC RECOMMENDATION**

**Publication 92-3**

Deuxième édition — Second edition

1965

---

**Installations électriques à bord des navires**

**Troisième partie: Câbles (construction, essais et installations)**

---

**Electrical installations in ships**

**Part 3: Cables (construction, testing and installations)**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

LICENSED TO MECON Limited, - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited, - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

## RECOMMANDATION DE LA CEI

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

## IEC RECOMMENDATION

### Publication 92-3

Deuxième édition — Second edition

1965

---

## Installations électriques à bord des navires

Troisième partie: Câbles (construction, essais et installations)

---

## Electrical installations in ships

Part 3: Cables (construction, testing and installations)

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

LICENSED TO MECON Limited - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

## SOMMAIRE

|                        | Pages |
|------------------------|-------|
| PRÉAMBULE . . . . .    | 4     |
| PRÉFACE . . . . .      | 4     |
| Avant-Propos . . . . . | 8     |

### CHAPITRE X — CABLES, CONSTRUCTION ET ESSAIS

#### Articles

|       |                       |    |
|-------|-----------------------|----|
| 10.00 | Définitions . . . . . | 10 |
|-------|-----------------------|----|

#### SECTION UN — CARACTÉRISTIQUES DE CONSTRUCTION

|               |                                   |    |
|---------------|-----------------------------------|----|
| 10.01 à 10.05 | Ames conductrices . . . . .       | 10 |
| 10.06 à 10.14 | Isolation . . . . .               | 14 |
| 10.15 à 10.26 | Revêtements protecteurs . . . . . | 20 |
| 10.27 à 10.31 | Assemblage . . . . .              | 26 |

#### SECTION DEUX — SPÉCIFICATIONS D'ESSAIS

|               |                                                                             |       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| 10.32 à 10.34 | Recommandations générales pour les essais . . . . .                         | 28    |
| 10.35 à 10.40 | Examen de la qualité de la fabrication et contrôle des dimensions . . . . . | 30    |
| 10.41 à 10.44 | Essais électriques sur longueurs entières de câbles . . . . .               | 36    |
| 10.45 à 10.47 | Essais électriques sur échantillons . . . . .                               | 40    |
| 10.48 à 10.54 | Essais physiques sur échantillons . . . . .                                 | 42    |
| 10.55 à 10.62 | Essais de matériaux . . . . .                                               | 50    |
|               | Tableaux V, VI, VII. . . . .                                                | 54-62 |
|               | ANNEXE A . . . . .                                                          | 64    |
|               | ANNEXE B . . . . .                                                          | 66    |
|               | ANNEXE C . . . . .                                                          | 70    |
|               | ANNEXE D . . . . .                                                          | 80    |
|               | ANNEXE E . . . . .                                                          | 90    |
|               | ANNEXE F . . . . .                                                          | 94    |
|               | ANNEXE G . . . . .                                                          | 98    |
|               | ANNEXE H . . . . .                                                          | 108   |
|               | ANNEXE J . . . . .                                                          | 110   |

### CHAPITRE XI — CHOIX ET INSTALLATION DES CABLES

|                 |                                                 |     |
|-----------------|-------------------------------------------------|-----|
|                 | Définition . . . . .                            | 112 |
| 11.01 à 11.10   | SECTION UN — CHOIX DES CÂBLES . . . . .         | 112 |
| 11.11 à 11.28   | SECTION DEUX — INSTALLATION DES CÂBLES. . . . . | 120 |
|                 | ANNEXE K . . . . .                              | 140 |
|                 | GRAPHIQUES . . . . .                            | 142 |
| INDEX . . . . . |                                                 | 150 |

LICENSED TO MECON Limited, - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

## CONTENTS

|                        | Page |
|------------------------|------|
| FOREWORD . . . . .     | 5    |
| PREFACE . . . . .      | 5    |
| Introduction . . . . . | 9    |

### CHAPTER X — CABLES, CONSTRUCTION AND TESTS

#### Clauses

|       |                       |    |
|-------|-----------------------|----|
| 10.00 | Definitions . . . . . | 11 |
|-------|-----------------------|----|

#### SECTION ONE — SPECIFIED CHARACTERISTICS

|             |                                |    |
|-------------|--------------------------------|----|
| 10.01—10.05 | Conductors . . . . .           | 11 |
| 10.06—10.14 | Insulation. . . . .            | 15 |
| 10.15—10.26 | Protective coverings . . . . . | 21 |
| 10.27—10.31 | Cabling. . . . .               | 27 |

#### SECTION TWO — TESTING SPECIFICATIONS

|             |                                                                        |       |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|-------|
| 10.32—10.34 | General recommendations for tests . . . . .                            | 29    |
| 10.35—10.40 | Inspection for regular manufacturing and check of dimensions . . . . . | 31    |
| 10.41—10.44 | Electrical tests on full cable lengths. . . . .                        | 37    |
| 10.45—10.47 | Electrical tests on cable samples . . . . .                            | 41    |
| 10.48—10.54 | Physical tests on cable samples . . . . .                              | 43    |
| 10.55—10.62 | Tests on materials . . . . .                                           | 51    |
|             | Tables V, VI, VII . . . . .                                            | 55–63 |
|             | APPENDIX A. . . . .                                                    | 65    |
|             | APPENDIX B. . . . .                                                    | 67    |
|             | APPENDIX C. . . . .                                                    | 71    |
|             | APPENDIX D. . . . .                                                    | 81    |
|             | APPENDIX E. . . . .                                                    | 91    |
|             | APPENDIX F. . . . .                                                    | 95    |
|             | APPENDIX G. . . . .                                                    | 99    |
|             | APPENDIX H. . . . .                                                    | 109   |
|             | APPENDIX J . . . . .                                                   | 111   |

### CHAPTER XI — CHOICE AND INSTALLATION OF CABLES

|                 |                                                |     |
|-----------------|------------------------------------------------|-----|
|                 | Definition. . . . .                            | 113 |
| 11.01—11.10     | SECTION ONE — CHOICE OF THE CABLES . . . . .   | 113 |
| 11.11—11.28     | SECTION TWO — INSTALLATION OF CABLES . . . . . | 121 |
|                 | APPENDIX K. . . . .                            | 141 |
|                 | GRAPHS. . . . .                                | 143 |
| INDEX . . . . . |                                                | 151 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A BORD DES NAVIRES

#### Troisième partie: Câbles (construction, essais et installations)

##### 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 cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

##### PRÉFACE

La première édition de la Publication 92 de la CEI fut publiée en 1957 et les sujets traités étaient les mêmes que ceux qui le seront dans la deuxième édition. On reconnut à cette époque que l'étude intensive de ces sujets devait se poursuivre de façon continue afin de tenir compte des développements nouveaux et de la tendance prononcée à utiliser le courant alternatif.

En conséquence, le Comité d'Etudes N° 18 entreprit immédiatement la préparation de la deuxième édition et, de 1955 à 1962, se réunit annuellement dans ce but. On décida dès le début que, pour faciliter les révisions futures sans encourir les frais d'impression de l'ensemble du document, celui-ci serait divisé et publié en six parties, savoir:

Première partie: Règles générales.

Deuxième partie: Symboles graphiques.

Troisième partie: Câbles (construction, essais et installations).

Quatrième partie: Appareillage, Protection électrique, Distribution et Appareils de commande.

Cinquième partie: Transformateurs pour énergie et éclairage, Redresseurs à semiconducteurs, Génératrices (avec moteurs primaires associés) et Moteurs, Propulsion électrique, Navires citernes.

Sixième partie: Appareillage d'installation, Eclairage, Batteries d'accumulateurs, Appareils de chauffage et de cuisson, Communications intérieures, Paratonnerres.

Le présent fascicule contient la Troisième partie. Les autres parties, la 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> constituent respectivement les Publications 92-1, 92-2, 92-4, 92-5 et 92-6.

La Troisième partie, a été complétée à Stockholm en 1961 et le projet en a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en mai 1962.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

#### Part 3: Cables (construction, testing and installations)

##### 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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.
- 5) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

##### PREFACE

The first edition of IEC Publication 92 was published in 1957 and included the same subjects as those which will be covered by the second edition. It was realized at that time that intensive study of these subjects must be continuous in order to take account of new developments and the rapid trend towards the use of alternating current.

Accordingly Technical Committee No.18 immediately commenced work on the second edition and from 1955 to 1962 met annually for this purpose. It was decided at the outset that to facilitate future revisions without incurring the expense of reprinting the whole document, it should be divided and published in six Parts, viz.:

Part 1: General Requirements.

Part 2: Graphical Symbols.

Part 3: Cables (construction, testing and installations).

Part 4: Switchgear, Electrical Protection, Distribution and Controlgear.

Part 5: Transformers for Power and Lighting, Semi-conductor Rectifiers, Generators (with associated prime-movers) and Motors, Electric Propulsion and Tankers.

Part 6: Accessories, Lighting, Accumulator (Storage) Batteries, Heating and Cooking appliances, Internal Communications, Lightning Conductors.

The present booklet contains Part 3. Parts 1, 2, 4, 5 and 6 will be issued as IEC Publications 92-1, 92-2, 92-4, 92-5 and 92-6 respectively.

Part 3 was completed at Stockholm in 1961 and the draft was circulated to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1962.

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

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Allemagne             | Norvège         |
| Belgique              | Pays-Bas        |
| Canada                | Portugal        |
| Danemark              | Royaume-Uni     |
| Etats-Unis d'Amérique | Suède           |
| France                | Tchécoslovaquie |
| Italie                | Turquie         |
| Japon                 |                 |

Les prescriptions des chapitres suivants de la première partie de la Publication sont également applicables.

*Chapitre 1* — Définitions d'ordre général.

*Chapitre 2* — Prescriptions et conditions générales.

*Chapitre 3* — Mise à la masse des pièces métalliques normalement isolées des parties sous tension.

*Chapitre 4* — Emploi des facteurs d'utilisation.

*Chapitre 5* — Réseaux de distribution à courant continu.

*Chapitre 6* — Réseaux de distribution à courant alternatif.

*Chapitre 7* — Perturbations radioélectriques.

*Chapitre 8* — Essais de l'installation après achèvement.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 3:

|                |                          |
|----------------|--------------------------|
| Belgium        | Netherlands              |
| Canada         | Norway                   |
| Czechoslovakia | Portugal                 |
| Denmark        | Sweden                   |
| France         | Turkey                   |
| Germany        | United Kingdom           |
| Italy          | United States of America |
| Japan          |                          |

The requirements of the following chapters contained in Part 1 of this Publication also apply:

- Chapter 1* — General definitions.
- Chapter 2* — General requirements and conditions.
- Chapter 3* — Earthing of non-current-carrying parts.
- Chapter 4* — Application of diversity (demand) factors.
- Chapter 5* — D.C. ship's service system of supply.
- Chapter 6* — A.C. ship's service system of supply.
- Chapter 7* — Abatement of radio interference.
- Chapter 8* — Test of completed installation.

## AVANT-PROPOS

Quel que soit leur chantier d'origine, les navires qui sillonnent toutes les mers du monde se trouvent placés dans les mêmes conditions en ce qui concerne le fonctionnement des appareils électriques. A part quelques différences de qualité, les matériaux employés dans la construction du matériel électrique sont de même type et obéissent aux mêmes lois physiques. On peut d'avance connaître ou prédéterminer les caractéristiques des circuits et la tenue en service du matériel électrique: elles suivent les mêmes lois fondamentales quel que soit le pays d'origine.

On peut donc établir des normes internationales qui garantissent un bon fonctionnement du matériel, sans aléas et sans danger, ayant les qualités essentielles pour la sécurité et le bien-être de l'équipage et des passagers, ainsi que pour le transport des marchandises de valeur.

C'est à cette fin qu'on a établi les présentes recommandations. Les constructeurs de navires, les installateurs et constructeurs de matériel électrique intéressés à la construction navale sur le marché international se heurtent actuellement à la nécessité de satisfaire à plusieurs catégories de règlements bien que, comme il a été indiqué plus haut, les conditions de service soient identiques.

Il est bien connu que des appareils construits dans des pays différents présenteront inévitablement des différences de forme et de conception, mais les appareils et les matériaux utilisés aux mêmes fins devront obligatoirement satisfaire aux mêmes conditions de service. On a donc rédigé le présent code sous forme de «Recommandations», ce qui laisse au constructeur le champ le plus large pour user de son initiative dans la conception et l'exécution de son matériel et pour utiliser son outillage et son équipement existants, pour autant qu'ils conviennent.

Il est essentiel que du début à la fin de la construction, il s'établisse une coopération étroite et fructueuse entre l'architecte naval, le constructeur du navire, l'armateur, l'ingénieur électricien et l'installateur; on est ainsi assuré non seulement que les appareils électriques répondent aux services demandés mais aussi que l'on dispose pour les câbles et les appareils d'emplacements appropriés et suffisamment spacieux.

On n'a pas l'intention d'exclure les innovations dans les matériaux, les appareils et les méthodes, pas plus que de décourager les esprits inventifs.

On ne saurait trop insister sur ce point qu'une sérieuse étude technique, un choix judicieux des appareils, des matériaux de bonne qualité et appropriés et avant tout une exécution soignée jouent un rôle essentiel dans la qualité de l'installation. Les recommandations ne visent pas à se substituer à des spécifications détaillées ni à renseigner des personnes non averties.

Les présentes recommandations se réfèrent dans plusieurs de leurs chapitres à d'autres publications de la CEI. Il est bien entendu que seules sont valables les éditions de ces publications en vigueur à la date de parution des présentes recommandations, dans la mesure où elles ne leur sont pas contraires.

En outre, le Comité d'Etudes N° 18 pourra apporter aux présentes recommandations des modifications ou des compléments, soit en raison de l'édition de nouvelles publications, soit en raison de modifications apportées par d'autres Comités aux publications de la CEI existantes, dans la mesure où les recommandations correspondantes intéressent les travaux du Comité N° 18.

On ne doit pas considérer que les présentes recommandations remplacent ou complètent les règlements des Sociétés de classification ou les normes nationales. Si un armateur demande, lors de la commande de son navire, que les présentes recommandations soient appliquées, il ne doit pas donner à cette demande le caractère d'une stipulation. S'il existe des divergences, ce sont les règlements des Sociétés de classification et les normes nationales qui ont priorité sur les recommandations.

*Notes 1.)* — Toutes les dimensions figurant dans ces recommandations sont données en premier lieu en unités métriques; les valeurs, exprimées entre parenthèses, en unités des systèmes britannique et américain, ne représentent pas l'équivalent rigoureux des valeurs en unités métriques, mais les dimensions les plus voisines utilisées en pratique dans les pays correspondants.

2.) — Les chapitres de la 1<sup>re</sup> partie s'appliquent à toutes les installations et à tout le matériel faisant l'objet des autres parties des recommandations, c'est-à-dire des parties 2 à 6.

## INTRODUCTION

The operating conditions in ships sailing the seven seas as far as they affect electrical appliances are the same regardless of where the ship is built. Except for variations in quality, the materials used in the construction of electrical appliances are similar and are subject to the same natural laws. The characteristics of electric circuits and the behaviour of appliances are likewise predeterminable and follow the same fundamental laws irrespective of the country of origin.

It is accordingly feasible to establish international standards to secure that degree of performance, reliability and safety which are essential for the well-being of crews and passengers alike and for the safe carriage of valuable cargoes.

It is for the fulfilment of these ends that the present Recommendations have been formulated. Shipbuilders, electrical contractors and manufacturers engaged in the building of ships for the international market are faced at present with several codes of rules and regulations with which to comply although, as already stated, the conditions of service are identical.

It is recognized that apparatus manufactured in various countries will inevitably differ in appearance and conception, but for the same duties similar apparatus and materials will necessarily have to meet the same service conditions. This code has therefore been drafted in the form of "Recommendations" thus allowing the fullest possible scope for the manufacturer to use initiative in the design and development of his product and to use existing tools and patterns so far as they are suitable.

Complete and progressive co-operation between the naval architect, the shipbuilder, the owner and the designer and installer of the electrical installation are essential from the earliest stages right through to completion to ensure not only that all services required of the electrical appliances are met, but that proper and suitable space and accommodation is provided for electric cables and appliances.

It is not intended to exclude new materials, appliances and methods or to discourage invention.

It cannot be too strongly emphasized that good technical design, the correct choice of apparatus, good and suitable materials and, above all, good workmanship are essential for a sound installation. The Recommendations are not intended to take the place of a detailed specification or to instruct untrained persons.

These Recommendations make reference, in several of their chapters, to other IEC Publications. It should be understood that the editions of these Publications in force on the date of issue of these Recommendations, are the only valid ones, in so far as they are not in contradiction with them.

Moreover, Technical Committee No. 18 may be led to amend and supplement these Recommendations, either because of the issue of new IEC Publications or due to amendments made by other Committees to existing IEC Publications, to the extent in which the corresponding Recommendations concern the work of Technical Committee No. 18.

The present Recommendations are not to be regarded as a substitute for, or as additional Rules to, the Classification Rules and National Standards. Where a shipowner requests the observance of these Recommendations when ordering his vessel, he should not give this request the character of a stipulation. Where there are deviations, the Rules of the Classification Societies and the National Standards have preference over the Recommendations.

*Notes 1.) — All dimensions in these Recommendations are, in the first place, given in metric units; figures in brackets in British and American units are not exact numerical equivalents of the metric quantities, but are the nearest dimensions in practical use in the respective countries.*

*2.) — The Chapters in Part 1 apply to all installations and to the equipment dealt with in all other Parts of these Recommendations, i.e. Part 2 to Part 6.*

## INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A BORD DES NAVIRES

### Troisième partie: Câbles (construction, essais et installations)

#### CHAPITRE X — CABLES, CONSTRUCTION ET ESSAIS

##### DÉFINITIONS

Les définitions suivantes sont utilisées dans la présente publication.

*a) Câble*

Longueur comportant un ou plusieurs conducteurs élémentaires (à âme massive ou câblée), ayant chacun sa propre enveloppe isolante et assemblés par câblage. Le ou les conducteurs peuvent être munis ou non d'un revêtement les protégeant contre les contraintes de nature mécanique.

*b) Conducteur isolé*

Conducteur avec son enveloppe isolante mais sans revêtement de protection contre les contraintes mécaniques.

*c) Câble souple*

Câble destiné à raccorder un appareil transportable ou portatif et comportant un ou plusieurs conducteurs isolés formés chacun d'un assemblage de brins, le diamètre des conducteurs et des brins étant suffisamment faible pour assurer la souplesse.

*d) Longueur de câblage*

Longueur axiale d'un tour complet de l'hélice formée par un conducteur dans le cas d'un câble, ou par un fil dans le cas d'un conducteur à âme câblée.

*e)* En ce qui concerne les définitions de termes d'emploi général utilisés dans les présentes recommandations, il y a lieu de se reporter au Vocabulaire Electrotechnique International (Publication 50 de la CEI).

#### SECTION UN — CARACTÉRISTIQUES DE CONSTRUCTION

##### AMES CONDUCTRICES

###### 10.01 Matières premières

Dans les présentes recommandations, seul est pris en considération, comme matière première, le cuivre de haute conductivité.

###### 10.02 Étamage ou revêtement d'alliage

Les fils de cuivre doivent être étamés ou revêtus d'un alliage lorsqu'ils sont utilisés dans des conducteurs isolés au caoutchouc; pour les conducteurs munis d'une autre isolation, l'étamage ou l'autre revêtement peut être supprimé.

L'étamage ou l'autre revêtement est considéré comme satisfaisant si, au cours d'un examen visuel (voir article 10.35), la surface du fil apparaît brillante et si l'isolation n'adhère pas au conducteur. Si un essai chimique est spécifié, l'article 10.61 et l'annexe H doivent être appliqués.

## ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

### Part 3: Cables (construction, testing and installations)

#### CHAPTER X — CABLES, CONSTRUCTION AND TESTS

##### DEFINITIONS

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

*a) Cable*

A length of insulated single conductor (solid or stranded), or of two or more such conductors, each provided with its own insulation, which are laid up together. The insulated conductor or conductors may or may not be provided with an overall mechanical protective covering.

*b) Core (of a cable)*

The conductor with its insulation but not including any mechanical protective covering.

*c) Flexible cable or cord*

A cable or cord intended to connect movable or portable equipment in a construction containing one or more cores, having conductors formed of a group of wires, the diameters of the cores and wires being sufficiently small to afford flexibility.

*d) Length of lay*

The axial length of one complete turn of the helix formed by the core, in the case of a cable, or of the wire, in the case of a stranded conductor.

*e)* For the definitions of general terms used in these Recommendations, reference should be made to the International Electrotechnical Vocabulary (IEC Publication 50).

#### SECTION ONE — SPECIFIED CHARACTERISTICS

##### CONDUCTORS

###### 10.01 Material

High conductivity copper only is considered as standard material for conductors in these Recommendations.

###### 10.02 Tinning or alloy coating

Copper wires should be tinned or alloy coated when used for rubber insulated conductors; for otherwise insulated conductors, tinning or coating may be omitted.

Tinning or coating should be considered satisfactorily if, at a visual inspection (see Clause 10.35), the wire surface appears bright and the insulation is not adherent to the conductor. If a chemical test is specified, Clause 10.61 and Appendix H should be applied.

### 10.03 Détermination de la section

Au sens des présentes recommandations, c'est la valeur *effective* de la section de chaque âme qui doit être spécifiée. Ses tableaux peuvent spécifier en plus la *valeur nominale*, mais uniquement dans un but d'identification.

La section effective de chaque âme doit être déterminée par une mesure de résistance électrique (voir articles 10.05 et 10.42).

### 10.04 Forme et composition du câblage

La composition de l'âme et son câblage doivent être choisis de manière à assurer une souplesse suffisante au câble (voir articles 10.50 et 10.51). Les câblages rétreints pour les conducteurs ronds ou sectoriaux peuvent être autorisés. La forme de l'âme doit être régulière et dépourvue d'arêtes tranchantes ou de tout autre défaut susceptible d'endommager l'isolation. La bonne exécution de ces conducteurs doit être vérifiée par examen visuel (voir article 10.35) et par les essais mécaniques (voir articles 10.48 et 10.49).

### 10.05 Résistance électrique

La résistance électrique en courant continu de chaque conducteur de cuivre dans un câble terminé, ramenée à 20°C, ne doit pas dépasser la valeur calculée par la forme suivante:

$$R = \frac{17,241 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{N \cdot 0,7854 \cdot d^2} = \frac{17,241 \cdot k_1 \cdot k_3}{A}$$

où:

$R$  = résistance électrique maximale garantie en ohm/km, à 20°C;

17,241 = résistivité normale du cuivre recuit en ohm.mm<sup>2</sup>/km, à 20°C;

$N$  = nombre spécifié des fils qui constituent le conducteur;

$d$  = diamètre spécifié des fils, en mm;

$A$  = section effective de l'âme, en mm<sup>2</sup>, égale à la section d'une âme massive de même longueur, constituée d'une matière de résistivité normale et ayant la même résistance;

$k_1$  = facteur de correction tenant compte des différences de diamètre et de conductivité entre les brins individuels;

$k_2$  = facteur de correction tenant compte de l'assemblage par câblage des fils de l'âme;

$k_3$  = facteur de correction tenant compte de l'assemblage par câblage de conducteurs isolés dans un câble à deux ou plusieurs conducteurs.

Les valeurs des facteurs  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  sont données dans le tableau I, ci-après.

Notes 1.) — La première partie de la formule ci-dessus s'applique aux âmes de section circulaire composées de fils cylindriques ayant tous le même diamètre.

2.) — La seconde partie de la formule ci-dessus s'applique également aux âmes sectoriales et/ou rétreintes à condition que la section «A» utilisée soit la section effective.

### 10.03 Cross-sectional area

For the purpose of these Recommendations, the *effective* cross-sectional area of each conductor should be specified. Tables may further specify the *nominal* cross-sectional area of each conductor but for designation purposes only.

The effective cross-sectional area of each conductor should be checked by measuring its electrical resistance (see Clauses 10.05 and 10.42).

### 10.04 Strand composition and shape

Conductor composition and stranding should be so selected that sufficient flexibility is assured for the cable (see Clauses 10.50 and 10.51). Compact stranding, both for round and shaped conductors, may be permitted. Conductor shape should be regular, free from sharp projections and other defects liable to damage the insulation. Compliance should be checked by visual inspection (see Clause 10.35) and mechanical tests (see Clauses 10.48 and 10.49).

### 10.05 Electrical resistance

The d.c. electrical resistance of each copper conductor in a completed cable, corrected to 20°C, should not exceed the value calculated in the following way:

$$R = \frac{17.241 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{N \cdot 0.7854 \cdot d^2} = \frac{17.241 \cdot k_1 \cdot k_3}{A}$$

where:

- $R$  = the maximum electrical resistance to be guaranteed, in ohms/km, at 20°C;
- 17.241 = standard resistivity of the annealed copper, in ohm.mm<sup>2</sup>/km, at 20°C;
- $N$  = specified number of strands of which the conductor is made up;
- $d$  = specified diameter of the strands, in mm;
- $A$  = the effective cross-sectional area of the conductor, in mm<sup>2</sup>, and is equal to the area of a solid conductor of the same length, composed of material of standard resistivity and having the same resistance.
- $k_1$  = the correction factor which allows for variations in diameter and conductivity of individual wires;
- $k_2$  = the correction factor which allows for the laying up of the strands in the conductor;
- $k_3$  = the correction factor which allows for the laying up of the cores in a twin or multi-core cable.

The values of factors  $k_1$ ,  $k_2$  and  $k_3$  are given in the following Table I.

- Notes 1.) — The first part of the above formula is applicable to circular conductors consisting of cylindrical wires all of the same diameter.
- 2.) — The second part of the formula applies also to shaped and/or compacted conductors, provided the area "A" used is the effective area.

TABLEAU I

*Facteurs de correction pour la résistance de l'âme*

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2                 | 3                 | 4                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Diamètre nominal des fils de l'âme en mm*)                                                                                                                                                                                                                                                    | de 0,10<br>à 0,30 | de 0,30<br>à 0,90 | de 0,90<br>à 3,60 |
| Valeurs de $k_1$ pour fils revêtus (étamés)<br>Conducteurs à âme massive<br>Conducteurs à âme câblée                                                                                                                                                                                          | —<br>1,07         | 1,05<br>1,04      | 1,04<br>1,03      |
| Valeurs de $k_1$ pour fils non revêtus<br>Conducteurs à âme massive<br>Conducteurs à âme câblée                                                                                                                                                                                               | —<br>1,04         | 1,03<br>1,02      | 1,03<br>1,02      |
| $k_2 = 1,00$ pour les conducteurs à âme massive;<br>$k_2 = 1,02$ pour les conducteurs à âme câblée dont le diamètre des fils dépasse 0,6 mm;<br>$k_2 = 1,04$ pour les conducteurs à âme câblée dont le diamètre des fils ne dépasse pas 0,6 mm.                                               |                   |                   |                   |
| $k_3 = 1,02$ pour tous les câbles, sauf dans les cas suivants:<br>$k_3 = 1,00$ pour conducteurs à une seule âme et câbles méplats à 2 et 3 conducteurs;<br>$k_3 = 1,05$ pour câbles et cordons souples à plusieurs conducteurs;<br>$k_3 = 1,03$ pour câbles téléphoniques à plusieurs paires. |                   |                   |                   |

\*) Pour les conducteurs rétreints, le diamètre nominal des fils constitutifs s'entend avant compression.

## ISOLATION

## 10.06 Matières premières

Dans ces recommandations, onze catégories de matières isolantes ont été prises en considération dans un but de normalisation; ces matières isolantes sont indiquées avec des numéros de référence dans le tableau II ci-après.

L'emploi d'autres matériaux isolants peut être autorisé (par exemple: caoutchouc, silicone, ruban de soie de verre traité aux silicones, papier imprégné, amiante et polychlorure de vinyle, etc.). Dans ce cas, les caractéristiques de chacune des matières retenues doivent être entièrement définies dans une spécification de contexture semblable à celle du présent chapitre.

TABLE I

*Correction factors for Conductor Resistance*

| 1                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                        | 3                        | 4                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Nominal diameter of the strands in the conductor in mm*)                                                                                                                                                                                               | above 0.10<br>up to 0.30 | above 0.30<br>up to 0.90 | above 0.90<br>up to 3.60 |
| Values of $k_1$ for coated (tinned) wires<br>For single-wire (solid) conductors<br>For stranded conductors                                                                                                                                             | —<br>1.07                | 1.05<br>1.04             | 1.04<br>1.03             |
| Values of $k_1$ for plain wires<br>For single-wire (solid) conductors<br>For stranded conductors                                                                                                                                                       | —<br>1.04                | 1.03<br>1.02             | 1.03<br>1.02             |
| $k_2 = 1.00$ for single-wire (solid) conductors;<br>$k_2 = 1.02$ for stranded conductors with strands exceeding 0.6 mm in diameter;<br>$k_2 = 1.04$ for stranded conductors with strands not exceeding 0.6 mm in diameter.                             |                          |                          |                          |
| $k_3 = 1.02$ for all cables except the following:<br>$k_3 = 1.00$ for single-core, flat twin and flat three-core cables;<br>$k_3 = 1.05$ for flexible cables and cords having two or more conductors;<br>$k_3 = 1.03$ for multi-pair telephone cables. |                          |                          |                          |

\*) For compacted conductors, the nominal diameter of the component wires shall be understood "before crushing".

INSULATION

10.06 Material

Eleven categories of insulating materials are considered for standardization purposes in these Recommendations; they are listed in the following Table II and referred to by designation numbers.

Other types of insulating materials may, however, be permitted (for instance: silicone rubber, silicone treated glass tapes, impregnated paper, asbestos and polyvinylchloride, etc.); in that case, the characteristics of each preferred material should be fully specified similarly to what is specified in the present Chapter.

TABLEAU II

| Désignation | Types normalisés de matériaux isolants                                             | Température de service spécifiée *) | Notes    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|
| 60A         | Mélange à base de caoutchouc naturel — Usage général                               | 60°C (140°F)                        | 1) 2)    |
| 60B         | Mélange à base de caoutchouc synthétique — Usage général                           | 60°C (140°F)                        | 1) 2)    |
| 60C         | Mélange à base de polychlorure de vinyle — Usage général                           | 60°C (140°F)                        | 1) 2)    |
| 60D         | Isolant composite caoutchouc-polychloroprène                                       | 60°C (140°F)                        | 1) 2)    |
| 75A         | Mélange à base de caoutchouc naturel — qualité résistant à la chaleur              | 75°C (167°F)                        | 1) 2)    |
| 75B         | Mélange à base de caoutchouc synthétique — qualité résistant à la chaleur          | 75°C (167°F)                        | 1) 2)    |
| 75C         | Mélange à base de polychlorure de vinyle — qualité résistant à la chaleur          | 75°C (167°F)                        | 1) 2)    |
| 80A         | Mélange à base de caoutchouc synthétique — qualité spéciale résistant à la chaleur | 80°C (176°F)                        | 1) 2) 3) |
| 80B         | Isolant tissu verni                                                                | 80°C (176°F)                        | 4) 5)    |
| 85A         | Isolant tissu verni-amianté                                                        | 85°C (185°F)                        | 6) 7)    |
| 95A         | Isolant minéral                                                                    | 95°C (203°F)                        | 8)       |

1) Caractéristiques de fabrication: voir article 10.07 et tableau V.

2) Les isolants qui satisfont à l'essai du paragraphe 10.50 e) sont considérés comme «non propagateurs de la flamme».

3) Les caoutchoucs silicones ne sont pas compris dans ce type.

4) Caractéristiques de fabrication: voir article 10.10.

5) La température de 85°C peut être autorisée au lieu de 80°C dans certains cas bien délimités.

6) Caractéristiques de fabrication: voir article 10.12.

7) La température de 95°C peut être autorisée au lieu de 85°C dans certains cas bien délimités.

8) Caractéristiques de fabrication: voir article 10.13.

\*) La température du conducteur présumée pour le calcul des intensités admissibles des câbles en service continu (voir articles 11.04 et 11.05).

### 10.07 Mélanges isolants élastomères ou thermoplastiques

Huit «qualités de mélanges» isolants de caoutchouc ou de polychlorure de vinyle (voir article 10.06) sont considérées comme applicables à la fabrication des câbles pour navires. Chacune de ces qualités comporte certains avantages particuliers et donne lieu à certaines limitations d'emplois.

Leurs propriétés doivent répondre aux conditions spécifiées dans le tableau V et satisfaire aux essais prévus dans la Section Deux de ce chapitre (particulièrement ceux mentionnés au tableau V).

La température de service spécifiée (température maximale de service du conducteur) dans les tableaux II et V pour chaque mélange ne doit pas être dépassée (voir chapitre XI).

### 10.08 Application de l'enveloppe isolante de caoutchouc

L'enveloppe isolante doit comprendre une ou plusieurs couches de mélange de caoutchouc de même qualité ou de différentes qualités (y compris les mélanges de néoprène, mais non de caoutchouc naturel pur). L'application de l'isolation en une seule couche n'est autorisée que lorsque celle-ci est appliquée par extrusion. Les différentes couches doivent être soudées entre elles et l'isolant doit s'appliquer étroitement à l'âme de cuivre, mais sans adhérer à celui-ci.

Le fabricant peut, sans que ceci constitue une obligation, appliquer un ruban ou un film sur l'enveloppe de caoutchouc et/ou un séparateur analogue entre l'enveloppe et l'âme.

TABLE II

| Designation number | Standard types of insulating materials                  | Rated operating temperature*) | Notes                                     |
|--------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| 60 A               | Natural rubber compound — General purpose               | 60° C (140° F)                | <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>               |
| 60 B               | Synthetic rubber compound — General purpose             | 60° C (140° F)                | <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>               |
| 60 C               | Polyvinylchloride compound — General purpose            | 60° C (140° F)                | <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>               |
| 60 D               | Rubber-polychloroprene composite insulation             | 60° C (140° F)                | <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>               |
| 75 A               | Natural rubber compound — heat-resistance quality       | 75° C (167° F)                | <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>               |
| 75 B               | Synthetic rubber compound — heat-resistance quality     | 75° C (167° F)                | <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>               |
| 75 C               | Polyvinylchloride compound — heat-resistance quality    | 75° C (167° F)                | <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>               |
| 80 A               | Butyl rubber compound — special heat resistance quality | 80° C (176° F)                | <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> <sup>3)</sup> |
| 80 B               | Varnished cambric insulation                            | 80° C (176° F)                | <sup>4)</sup> <sup>5)</sup>               |
| 85 A               | Asbestos-varnished-cambric insulation                   | 85° C (185° F)                | <sup>6)</sup> <sup>7)</sup>               |
| 95 A               | Mineral insulation                                      | 95° C (203° F)                | <sup>8)</sup>                             |

<sup>1)</sup> Specified characteristics: see Clause 10.07 and Table V.

<sup>2)</sup> Insulating materials complying with the test specified under Sub-clause 10.50 e) are considered as “flame-retardant materials”.

<sup>3)</sup> Silicone rubber is not considered under this quality.

<sup>4)</sup> Specified characteristics: see Clause 10.10.

<sup>5)</sup> 85° C instead of 80° C may be permitted in certain carefully considered situations.

<sup>6)</sup> Specified characteristics: see Clause 10.12.

<sup>7)</sup> 95° C instead of 85° C may be permitted in certain carefully considered situations.

<sup>8)</sup> Specified characteristics: see Clause 10.13.

\*) The temperature of the conductor assumed for the calculation of current ratings (current carrying capacities) of cables for continuous service (see Clauses 11.04 and 11.05).

### 10.07 Rubberlike insulating compounds

Eight “qualities” of rubber and polyvinylchloride insulating compounds (see Clause 10.06) are considered suitable for ship cables, each quality with some particular advantages and limitations.

Their properties should comply with the values specified in Table V and with the test specified in Section Two of this Chapter (particularly with those referred to in the same Table V).

The rated operating temperature (maximum operating conductor temperatures) indicated in Tables II and V for each compound should not be exceeded (see Chapter XI).

### 10.08 Application of the rubber insulation

The insulation should consist of one or more layers of rubber compounds equal or different in quality (including polychloroprene compound but not pure rubber). The use of a single layer should be permitted only when it is applied by extrusion. The layers should be bonded together and the insulating wall should be close-fitting but not adherent to the copper conductor.

The manufacturer should be allowed, but not obliged, to apply a tape or film on the rubber insulation and/or a similar separator between insulation and conductor.

#### 10.09 Application de l'enveloppe isolante en polychlorure de vinyle

L'enveloppe isolante de polychlorure de vinyle doit être mise en place par extrusion en une ou plusieurs couches qui doivent s'appliquer étroitement à l'âme, mais sans adhérer à celle-ci.

#### 10.10 Isolation au tissu verni

Le tissu verni doit consister en une étoffe de coton tissée serrée qui doit être recouverte uniformément sur les deux faces avec un vernis isolant composé d'huiles siccatives et de bitume. L'emploi de textiles autres que le coton peut être autorisé.

L'épaisseur moyenne de la toile de coton après vernissage doit rester comprise entre les limites de 0,13 mm (5 mils) et 0,33 mm (13 mils). Les propriétés de l'isolation au tissu verni doivent satisfaire aux conditions d'essais spécifiées à l'article 10.60.

Conformément à l'article 10.44, la constante d'isolement  $K_i$  à 20°C ne doit pas être inférieure à 400 megohm.km (ou 1 300 megohms . 1 000 ft ou 435 megohms . 1 000 yards).

La température normale de service de l'isolant doit être de 80°C (voir chapitre XI). Un maximum de 85°C peut toutefois être autorisé pour des types spéciaux de câbles et dans des cas bien délimités.

#### 10.11 Application de l'isolation au tissu verni

L'enveloppe isolante doit être composée de plusieurs couches et rubans de tissu verni. Les rubans doivent être appliqués en hélice, sans tension exagérée, avec ou sans recouvrement. Chaque ruban doit recouvrir l'intervalle (s'il en existe) entre les bords du ruban de la couche sous-jacente.

Un composé isolant et lubrifiant, de nature appropriée, doit être appliqué entre les couches de tissu verni isolant, de manière à éliminer l'air et l'humidité dans toute la mesure du possible.

Le fabricant peut, sans que ceci constitue une obligation, appliquer un séparateur (par exemple un film ou un ruban tissé) entre le conducteur et l'isolation et appliquer un revêtement par dessus l'enveloppe isolante. Si le revêtement ou le ruban de repérage est de matière isolante, il peut être considéré comme faisant partie de l'enveloppe isolante.

#### 10.12 Isolation tissu verni-amiante

L'enveloppe isolante de chaque conducteur doit comprendre une couche d'amiante feutrée imprégnée, un certain nombre de rubans de tissu verni conformes aux articles 10.10 et 10.11 et une couche d'amiante feutrée imprégnée. L'amiante feutrée doit être faite de longues fibres d'amiante chrysolite séchées puis imprégnées à cœur d'un mélange résistant à la chaleur et à l'humidité. Le fabricant peut, facultativement, à la place de chaque couche d'amiante feutrée, utiliser une couche de rubans d'amiante ou de soie de verre ou des bandes de fibres d'amiante ou de verre. Dans tous les cas, ces rubans doivent avoir été séchés et imprégnés comme indiqué précédemment.

L'isolation tissu verni-amiante doit satisfaire aux conditions d'essais spécifiées pour l'isolation du tissu verni et, en plus, aux essais spéciaux prévus à l'article 10.44 (dernière phrase).

La température normale de service doit être de 85°C. Un maximum de 95°C peut toutefois être autorisé pour des types spéciaux de câbles et dans des cas bien délimités.

#### 10.09 Application of the polyvinylchloride insulation

The polyvinylchloride insulating wall should be applied by extrusion in one or more layers, which should be close-fitting but not adherent to the conductor.

#### 10.10 Varnished cambric insulation

The varnished cambric should consist of a closely woven cotton cloth, which should be uniformly coated on both sides with an insulating varnish consisting of drying oils and bitumen. Textile materials other than cotton may be permitted.

The average thickness of the finished varnished cloth (cotton) should be neither less than 0.13 mm (5 mils) nor more than 0.33 mm (13 mils). The properties of v.c. insulation should comply with the tests specified in Clause 10.60.

With reference to Clause 10.44, the insulation resistance constant  $K_1$  at 20°C should not be lower than 400 megohm.km. (or 1 300 megohm . 1 000 ft or 435 megohm . 1 000 yards).

Its rated operating temperature should be 80°C (see Chapter XI). A rated temperature as high as 85°C may, however, be permitted for particular cable constructions and in certain carefully considered situations.

#### 10.11 Application of the varnished cambric insulation

The insulating wall should consist of several layers of varnished cambric tapes. The tapes should be applied helically and smoothly, with or without overlapping, each tape covering the gap (if any) of the adjacent tape.

An insulating and suitable lubricating compound should be applied between the layers of varnished cloth so as to exclude as far as practicable air and moisture.

The manufacturer should be allowed, but not obliged, to insert a separator (for instance a film or a woven tape) between conductor and insulation, and to apply a binder on the insulating wall. If the binder or the identification tape is made of an insulating material, it may be considered as a part of the insulating wall.

#### 10.12 Asbestos-varnished cambric insulation

The insulating wall of each conductor should consist of a layer of impregnated felted asbestos, plus some layers of varnished cambric tapes complying with Clauses 10.10 and 10.11, plus a layer of impregnated felted asbestos. The felted asbestos should be made of long fibre chrysolite asbestos, dried and then saturated with a heat and moisture resisting compound. The manufacturer should be allowed to use, in place of each felted asbestos layer, a layer of asbestos roving or glass roving, or of asbestos or glass tapes, which in any case should be dried and impregnated as above indicated.

The asbestos-varnished cambric insulation should comply with the tests specified for the varnished cambric insulation and further with the requirement specified under Clause 10.44 (last sentence).

Its rated operating temperature should be 85°C. A rated operating temperature as high as 95°C may, however, be permitted for particular cable constructions and in certain carefully considered situations.

### 10.13 Isolant minéral

L'isolant minéral doit consister en une poudre d'une matière minérale (par exemple de l'oxyde de magnésium) fortement comprimée entre les conducteurs et l'enveloppe de cuivre. L'isolation doit être stable avec la température et ne doit pas attaquer le cuivre. Elle doit satisfaire aux essais spécifiés dans la Section Deux de ce chapitre pour les câbles à isolant minéral. Conformément à l'article 10.44, la constante d'isolement  $K_1$  à 20° C ne doit pas être inférieure à 5 000 megohm.km (5 000 megohm. 1 000 ft ou 5 000 megohm. 1 000 yards).

0,305

0,915

La température normale de service de ce type d'isolant, en service continu, doit être de 95°C compte tenu des qualités thermiques des matériaux utilisés pour l'aménagement des extrémités de câbles.

### 10.14 Epaisseur de l'enveloppe isolante

Dans le cas des isolations élastomères ou thermoplastiques, lorsqu'on spécifie une valeur d'épaisseur, elle doit s'entendre comme «l'épaisseur moyenne minimale», de sorte que la moyenne des valeurs réellement mesurées ne soit pas inférieure à la valeur spécifiée. Les mesures d'épaisseur doivent être effectuées conformément à la méthode indiquée au paragraphe 10.37 b). L'épaisseur minimale en un point quelconque doit être conforme aux tolérances spécifiées au même paragraphe.

Dans le cas d'isolations à rubans, lorsqu'on spécifie une valeur d'épaisseur, elle doit s'entendre comme une valeur satisfaisant aux essais spécifiés au paragraphe 10.37 c).

## REVÊTEMENTS PROTECTEURS

### 10.15 Éléments constitutifs des revêtements protecteurs

Le revêtement protecteur de tout câble comprend un ou plusieurs «constituants élémentaires» qui doivent être précisés dans chaque cas. Les présentes recommandations s'appliquent aux types suivants de «constituants élémentaires»:

- a) Éléments métalliques (articles 10.16 à 10.22):
  - 1 — gaine de plomb ou d'alliage de plomb,
  - 2 — gaine de cuivre,
  - 3 — armure en tresses métalliques,
  - 4 — armure en fils métalliques,
  - 5 — armure en feuillards métalliques.
- b) Éléments non métalliques (articles 10.23 à 10.26):
  - 1 — gaine élastomère ou thermoplastique (y compris polychlorure de vinyle),
  - 2 — tresse de fibre imprégnée,
  - 3 — matelas sous l'armure métallique,
  - 4 — peinture de l'armure métallique.

### 10.16 Gaine de plomb ou d'alliage de plomb

Chacun des alliages mentionnés au tableau VI doit être considéré comme convenant aux gaines pour les câbles de navire; sauf dans certains cas spéciaux, leur choix est laissé au fabricant. Le plomb pur (tel qu'il est défini dans le même tableau) ne doit être autorisé que lorsque la gaine de plomb est protégée par une enveloppe imperméable non métallique (voir article 10.23). Le plomb contenant de 0,04 à 0,08 % de cuivre peut être utilisé dans les mêmes conditions que le plomb.

### 10.13 Mineral insulation

The mineral insulation should consist of a powdered mineral material (for instance magnesium oxide) highly compressed between conductors and copper sheath. The insulation should be temperature stable and non-corrosive to copper. It should comply with the test specified in Section Two of this Chapter for mineral insulated cables. With reference to Clause 10.44 the insulation constant  $K_i$  at 20°C should be not lower than 5 000 megohm.km. ( $\frac{5\,000}{0.305}$  megohm. 1 000 ft or  $\frac{5\,000}{0.915}$  megohm. 1 000 yards).

The rated operating temperature, in continuous service, of this insulation should be 95°C, giving consideration to the temperature capabilities of materials used in terminating the cable.

### 10.14 Thickness of the insulated wall

In the case of rubber-like insulations, when a thickness value is specified, it should be understood as “minimum average thickness” so that the average of the actually measured values should be not less than the specified value. The thickness measurements should be carried out with the method specified in Sub-clause 10.37 *b*). The “minimum thickness at any point” should comply with the tolerances specified in the same sub-clause.

In the case of taped insulations, when a thickness value is specified, it should be understood as a value complying with the test specified in Sub-clause 10.37 *c*).

## PROTECTIVE COVERINGS

### 10.15 Constituent elements of protective coverings

The protective covering of any cable consists of one or more “constituent elements” which shall be specified case by case. The following types of “constituent elements” are considered in these Recommendations:

- a*) Metallic elements (Clauses 10.16 to 10.22):
  - 1 — lead or lead-alloy sheath,
  - 2 — copper sheath,
  - 3 — metal braid armour,
  - 4 — metal wire armour,
  - 5 — metal tape armour.
- b*) Non-metallic elements (Clauses 10.23 to 10.26):
  - 1 — rubber or rubberlike sheath (including polyvinylchloride),
  - 2 — impregnated fibrous braid,
  - 3 — bedding for metal armour,
  - 4 — paint for metal armour.

### 10.16 Lead or lead-alloy sheath

Any of the lead-alloys indicated in Table VI should be considered suitable for sheathing ship cables; except for special cases, the choice should be left to the manufacturer. Lead (as defined in the same Table) should be permitted only when the lead sheath is protected by a non-metallic impervious sheath (see Clause 10.23). Lead containing from 0.04 to 0.08% of copper may be used in the same conditions as lead.

#### 10.17 Gaine de cuivre

Une gaine de cuivre n'est utilisée que sur les câbles à isolant minéral qui sont fabriqués par des procédés spéciaux.

#### 10.18 Epaisseur des gaines métalliques

Au sens des présentes recommandations, lorsqu'une valeur d'épaisseur est spécifiée, elle doit s'entendre comme «épaisseur moyenne minimale» de telle sorte que la moyenne des valeurs réellement mesurées ne soit pas inférieure à la valeur spécifiée. Pour la méthode de mesure et les tolérances, voir paragraphe 10.38 c).

#### 10.19 Armure en tresses métalliques

Le type normal d'armure métallique doit être réalisé avec des fils d'acier recouverts de zinc (galvanisés). Sur demande spéciale, la tresse peut être réalisée avec des fils de cuivre, d'alliage de cuivre ou d'alliage d'aluminium.

La densité de recouvrement de la tresse doit être telle que son poids soit au moins 90 % du poids d'un cylindre qui serait fait du même métal avec un diamètre intérieur égal au diamètre intérieur de la tresse et une épaisseur égale à celle d'un des fils qui constituent celle-ci. (Méthode d'essai, voir paragraphe 10.39 b).

#### 10.20 Armure en fils métalliques

Le type normal d'armure en fils métalliques doit être réalisé avec des fils d'acier doux recuit, dont l'allongement à la rupture est d'au moins 12 %; ces fils doivent satisfaire aux essais de galvanisation spécifiés à l'article 10.65 et à l'annexe J.

Sur demande spéciale, les fils peuvent être en métal amagnétique, ils peuvent avoir une section méplate au lieu d'une section circulaire.

Les fils doivent être appliqués par-dessus le matelas de façon à former une couche cylindrique uniforme pratiquement ininterrompue et de manière à assurer une souplesse suffisante aux câbles terminés (voir essai de pliage à l'article 10.48).

#### 10.21 Armure en feuillards métalliques

Le type normal d'armure en feuillards métalliques utilise des bandes d'acier doux recuit. Celles-ci peuvent être galvanisées sur demande spéciale; également sur demande spéciale des feuillards en métal amagnétique (par exemple cuivre ou alliage d'aluminium) peuvent être utilisés à la place des feuillards d'acier.

L'armure doit, en général, être constituée par deux feuillards enroulés dans le même sens autour du matelas, de telle façon que l'intervalle libre entre spires de la première couche ne soit pas supérieur à la moitié de la largeur du feuillard et que la seconde couche s'applique avec un recouvrement sur cet intervalle.

Des types particuliers d'armures (par exemple armure avec un seul ruban) peuvent être autorisés pourvu que leurs caractéristiques mécaniques soient définies.

#### 10.17 Copper sheath

A copper sheath is only considered for mineral insulated cables, which are manufactured by a special process.

#### 10.18 Thickness of metal sheaths

For the purpose of these Recommendations, when a thickness value is specified, it should be understood as a “minimum average thickness”, so that the average of the actually measured values should be not less than the specified value. For the measurement method and tolerances, see Sub-clause 10.38 *c*).

#### 10.19 Metal braid armour

The standard type of braid armour should be made of zinc-coated (galvanized) steel wires. On special request, the braid may be formed of copper, copper-alloy or aluminium-alloy wires.

The “coverage density” of the braid should be such that the weight of the braid is at least 90 % of the weight of a tube consisting of the same metal, having an internal diameter equal to the internal diameter of the braid and a thickness equal to the diameter of one of the wires forming the braid. (Test method, see Sub-clause 10.39 *b*).)

#### 10.20 Metal wire armour

The standard type of metal wire armour should consist of annealed steel, having an elongation at break of at least 12 % and complying with the galvanizing test specified in Clause 10.65 and Appendix J.

On special request, wires may be of a non-magnetic metal instead of steel and may have a flat instead of a circular cross-section.

The wires should be applied over the bedding so as to form a uniform and substantially uninterrupted cylindrical layer, and so as to assure a sufficient flexibility for the finished cable (see bending test under Clause 10.48).

#### 10.21 Metal tape armour

The standard type of metal tape armour should be made of annealed steel tapes which, on special request, may be galvanized. Tapes of non-magnetic metals (for instance copper or aluminium-alloys) may be used, on special request, in place of steel tapes.

The armour should, in general, be formed of two tapes wound over the bedding in the same direction so that the gap in the first layer is not more than one half of the tape width and the second layer covers this gap with an overlap.

Particular types of metal tape armours (for instance consisting of one tape) may be permitted, provided their mechanical characteristics are specified.

Pour les câbles dont le diamètre sous le matelas est inférieur à 10 mm (0,4 in), l'emploi d'une armure en feuillards métalliques n'est pas recommandé.

#### 10.22 Dimensions des armures métalliques

Au sens des présentes recommandations, lorsque des diamètres de fils, épaisseurs de feuillard et autres dimensions analogues d'armures sont spécifiés, ils doivent s'entendre comme «valeurs moyennes» conformes au paragraphe 10.39 a).

#### 10.23 Gaine imperméable non métallique

Dans les présentes recommandations, les six «qualités» de mélanges indiquées dans le tableau III ci-après ont été prises en considération pour la fabrication des gaines imperméables.

Leurs propriétés doivent répondre aux valeurs spécifiées dans le tableau VII et doivent satisfaire aux essais spécifiés dans la Section Deux du présent chapitre (particulièrement à ceux mentionnés au tableau VII).

L'emploi d'autres types de mélanges peut être autorisé à condition que leurs propriétés soient complètement définies.

TABLEAU III

| N° de référence | Type de gaine imperméable non métallique | Température max. admissible du conducteur | Application                            |
|-----------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| SP1             | Mélange de polychloroprène               | 60° C (140° F)                            | uniquement pour câbles fixés à demeure |
| SP2             | Mélange de polychloroprène               | 80° C (176° F)                            |                                        |
| SV1             | Mélange de polychlorure de vinyle        | 60° C (140° F)                            |                                        |
| SV2             | Mélange de polychlorure de vinyle        | 80° C (176° F)                            |                                        |
| SP3             | Mélange de polychloroprène               | 60° C (140° F)                            | également pour câbles souples          |
| SP4             | Mélange de polychloroprène               | 80° C (176° F)                            |                                        |

Caractéristiques de fabrication: voir tableau VII et article 10.23.

#### 10.24 Epaisseur des gaines non métalliques

Au sens des présentes recommandations, lorsqu'une valeur d'épaisseur est spécifiée, elle doit s'entendre comme «valeur moyenne minimale», selon les indications de l'article 10.14. Pour les méthodes de mesure et les tolérances, voir paragraphe 10.38 b).

#### 10.25 Tresse textile imprégnée

Si son emploi est autorisé, la tresse textile doit être en coton, en chanvre, en amiante, en soie de verre ou en toute autre fibre textile équivalente et elle doit avoir une résistance mécanique en rapport avec les dimensions du câble. Elle doit être efficacement imprégnée avec un mélange résistant à l'humidité, non propagateur de la flamme et n'exerçant pas d'action nocive sur les différents matériaux qui constituent le câble.

For cables whose diameter under the bedding is less than 10 mm (0.4 in) the use of a metal tape armour is not recommended.

## 10.22 Dimensions of the metal armours

For the purposes of these Recommendations, when wire diameters, tape thicknesses, and other similar armouring dimensions are specified, they should be understood as “average values”, complying with Sub-clause 10.39 *a*).

## 10.23 Non-metallic impervious sheath

Six “qualities” of compounds, as listed in the following Table III are considered in these Recommendations for manufacturing impervious sheaths.

Their properties should comply with the values specified in Table VII and with the tests specified in Section Two of this Chapter (particularly with those referred to in Table VII).

Other kinds of compounds may be permitted provided their properties are fully specified.

TABLE III

| Designation number       | Type of non-metallic impervious sheath                                                                           | Maximum rated conductor temperature                                  | Suitable for                       |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| SP1<br>SP2<br>SV1<br>SV2 | Polychloroprene compound<br>Polychloroprene compound<br>Polyvinylchloride compound<br>Polyvinylchloride compound | 60° C (140° F)<br>80° C (176° F)<br>60° C (140° F)<br>80° C (176° F) | cables for fixed installation only |
| SP3<br>SP4               | Polychloroprene compound<br>Polychloroprene compound                                                             | 60° C (140° F)<br>80° C (176° F)                                     | also for flexible cables           |

Specified characteristics: see Table VII and Clause 10.23.

## 10.24 Thickness of non-metallic sheath

For the purpose of these Recommendations, when a thickness value is specified, it should be understood as a “minimum average value” as indicated under Clause 10.14. For measurements methods and tolerances, see Sub-clause 10.38 *b*).

## 10.25 Impregnated fibrous braid

The textile braid, if permitted, should be of cotton, hemp, asbestos, glass or other equivalent textile fibre, and should be of a strength suitable for the size of the cable. It should be effectively impregnated with a compound which is resistant to moisture, flame-retardant and free from deleterious action upon the various materials constituting the cable.

## 10.26 Matelas sous armure

Lorsque le matelas est constitué par des rubans, ceux-ci doivent être disposés de telle manière que chaque ruban recouvre l'intervalle existant entre les bords du ruban de la couche sous-jacente. Les rubans tissés (par exemple ruban de coton ou de soie de verre) doivent être imprégnés ou recouverts avec un mélange résistant à l'humidité et, s'il en est ainsi spécifié, non propagateur de la flamme.

Lorsque l'on utilise des boudins de matière fibreuse (par exemple de jute, d'amiante ou de fibre de verre), ils doivent être enroulés en spirales jointives; ils doivent être imprégnés ou recouverts d'un mélange résistant à l'humidité et, s'il en est ainsi spécifié, non propagateur de la flamme.

Lorsqu'une tresse textile est utilisée comme matelas, elle doit être conforme à l'article 10.25.

Quand une gaine non métallique est utilisée comme matelas, elle doit être conforme à l'article 10.23. Par ailleurs, son épaisseur spécifiée ne doit pas s'entendre comme «épaisseur moyenne minimale» (selon les indications de l'article 10.24).

## ASSEMBLAGE

### 10.27 Généralités

Quelle que soit la nature de l'isolant, les présentes recommandations considèrent comme également applicables le type d'exécution à ceinture commune et le type sans ceinture commune pour des câbles à 2, 3 ou plusieurs conducteurs, à condition que l'épaisseur de l'enveloppe soit choisie et spécifiée d'une manière appropriée. Le choix entre les deux types d'exécution doit être précisé, dans chaque cas, par exemple dans des tableaux de dimensions normalisées.

### 10.28 Câble sans ceinture commune isolante

Dans le cas d'un câble sans ceinture, à deux ou plusieurs conducteurs, chacun d'eux comprenant en plus un ruban ou un séparateur (au choix du fabricant, voir articles 10.08 et 10.11) et une marque distinctive (voir article 10.31), les conducteurs doivent être assemblés par câblage avec un pas long et régulier. Les espaces vides entre conducteurs doivent être remplis avec une matière fibreuse ou des bourrages élastomères ou thermoplastiques (voir article 10.30) et l'assemblage cylindrique ainsi obtenu doit être gainé avec la protection spécifiée. Le fabricant peut, à son gré, utiliser un revêtement (un ruban par exemple) entre l'assemblage et le revêtement protecteur.

Les bourrages peuvent être supprimés dans les câbles à plusieurs conducteurs dont la section d'âme ne dépasse pas 4,5 mm<sup>2</sup> (0,007 in<sup>2</sup>).

### 10.29 Câble avec ceinture commune isolante

Dans le cas d'un câble à ceinture, sa constitution doit être conforme aux indications de l'article 10.28, sauf toutefois qu'une épaisseur isolante supplémentaire doit être ajoutée sur les conducteurs assemblés avant application du revêtement protecteur et du séparateur (facultatif). Pour les câbles isolés au caoutchouc ou au polychlorure de vinyle, la ceinture isolante commune peut être constituée par un mélange de caoutchouc ou de polychlorure de vinyle (pas nécessairement de la même qualité que celle de l'enveloppe isolante des conducteurs). Au choix du fabricant, cette enveloppe peut faire corps avec le bourrage ou non.

L'épaisseur spécifiée de la ceinture isolante doit s'entendre conformément aux indications de l'article 10.14.

Dans le cas des ceintures élastomères ou thermoplastiques, pour la méthode de mesure et les tolérances, voir paragraphe 10.38 b), dernière phrase; pour le cas des ceintures à ruban, voir paragraphe 10.37 b).

## 10.26 Bedding for armour

When tapes are used as a bedding, they should be wound in such a manner that each tape covers the gap (if any) between the edges of the adjacent tape. Woven tapes (for instance cotton or glass tapes) should be saturated or coated with a moisture resisting and, if specified, flame-retardant compound.

When fibrous rovings are used (for instance jute or asbestos or glass rovings), they should be wound in close spirals and should be saturated and filled with moisture resisting and, if specified, flame-retardant compound.

When a fibrous braid is used as a bedding, it should comply with Clause 10.25.

When a non-metallic sheath is used as a bedding, it should comply with Clause 10.23. On the other hand, its specified thickness should not be understood as “minimum average thickness” (as stated under Clause 10.24).

## CABLING

### 10.27 General

Whichever be the insulating material, both the “belted” and the “non-belted” constructions are considered acceptable by these Recommendations for 2, 3 and multi-conductor cables, provided the insulation thicknesses are suitably determined and specified. The choice of either type should be specified case by case, for instance in Tables of Standard Dimensions.

### 10.28 Cables without common belt of insulation

When a “non-belted cable” is specified, two or more insulated cores, each with the addition of a tape or binder (at the option of the manufacturer, see Clauses 10.08 and 10.11) and a distinctive marking (see Clause 10.31) should be cabled together with a long and regular lay. The spaces among the cores should be filled with fibrous or rubberlike fillers (see Clause 10.30) and the cylindrical assembly should be sheathed with the specified protective covering. A binder (for instance a tape) may be applied (at manufacturer’s option) between the cable assembly and the protective covering.

Fillers may be omitted in multi-core cables having conductor sections not exceeding  $4.5 \text{ mm}^2$  ( $0.007 \text{ in}^2$ ).

### 10.29 Cables with common belt of insulation

When a “belted cable” is specified, its construction should be as indicated under Clause 10.28, except that an additional insulating wall should be applied on the cabled cores before applying the protective covering and the (optional) binder. For rubber and polyvinylchloride insulated cables, the common insulating belt should consist of a rubber or polyvinylchloride compound (not necessarily of the same “quality” as the core insulation), which may or may not (at manufacturer’s option) form one body with the fillers.

The specified thickness of the insulating belt should be understood as indicated in Clause 10.14.

In the case of rubberlike belts, for the measurement method and tolerances, see Sub-clause 10.38 *b*), last sentence; in the case of taped belts, see Sub-clause 10.37 *c*).

### 10.30 Bourrages

Lorsque l'emploi de bourrages textiles est autorisé, ils doivent être en jute ou en un boudin analogue (par exemple amiante, soie de verre, etc.) et si nécessaire ce bourrage doit être complètement imprégné avec une matière résistant à l'humidité.

Lorsqu'il est spécifié des bourrages élastomères ou thermoplastiques, ils doivent être en caoutchouc (régénéré et/ou caoutchouc non vulcanisé) ou en matière thermoplastique et ils doivent être imperméables. Dans le cas des câbles à gaine non métallique, les bourrages peuvent, au choix du fabricant, former corps avec la gaine ou être séparés de celle-ci.

Lorsqu'un câble doit présenter une « étanchéité longitudinale », les vides entre les conducteurs et la gaine ainsi que les intervalles qui existent à l'intérieur du câblage doivent être les uns comme les autres remplis de façon à obtenir une étanchéité continue tout le long du câble. Celle-ci doit satisfaire aux essais d'étanchéité et de pliage indiqués aux articles 10.51 et 10.48.

Dans tous les cas, les bourrages doivent être d'une composition et d'une consistance telles qu'il ne se produise pas, avec le temps, de fuites entre les câbles et les presse-étoupe.

### 10.31 Repérage des conducteurs isolés

Le repérage peut être obtenu par coloration ou impression (par exemple avec des chiffres) appliquée sur l'isolation ou bien sur le ruban extérieur ou sur le séparateur (s'il existe). Toute autre méthode de repérage peut être autorisée à condition que les différents conducteurs puissent être identifiés, non seulement dans les câbles neufs mais encore dans ceux qui sont en service depuis un certain temps.

Pour les câbles à plusieurs conducteurs dans lesquels les conducteurs sont assemblés par câblage en plusieurs couches concentriques, il est recommandé que, dans chaque couche, deux conducteurs adjacents au moins soient colorés d'une manière différente de tous les autres.

## SECTION DEUX — SPÉCIFICATIONS D'ESSAIS

### RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES POUR LES ESSAIS

### 10.32 Nature et lieu des essais

Les présentes recommandations ne traitent que des essais effectués sur des câbles terminés, notamment les essais applicables à :

- a) des longueurs complètes de câble prêtes pour l'expédition (voir articles 10.41 à 10.44);
- b) des morceaux de câbles terminés prélevés sur a) (voir articles 10.35 à 10.40 et 10.45 à 10.54);
- c) des parties d'éléments constituant de câbles prélevées sur a); par exemple enveloppes isolantes, gaines métalliques, etc. (voir articles 10.55 à 10.62).

Au sens des présentes recommandations, les pièces prélevées sur b) et c) sont désignées sous le nom d'échantillons.

Les essais sur des câbles non terminés, par exemple sur des conducteurs isolés avant leur assemblage, ne sont pas recommandés.

D'une manière générale, les essais doivent être effectués dans les usines du fabricant et celui-ci doit disposer de l'équipement nécessaire.

### 10.30 Fillers

When “fibrous fillers” are permitted, they should consist of jute or similar roving (including asbestos, glass, etc.) and, when necessary, should be fully impregnated with a moisture retardant compound.

When “rubberlike fillers” are specified, they should consist of rubber (including regenerated and/or un-vulcanized rubber) compounds or plastic compounds, and should be impervious to moisture. For non-metallic sheathed cables, the fillers may (at manufacturer’s option) either form one body with the sheath or be separated therefrom.

When a “watertight cable” is specified, the spaces among cores and sheath and the interstices in the conductor strands should both be filled so as to obtain a continuous sealing all along the cable, which should in particular comply with the watertightness test and the bending test specified in Clauses 10.51 and 10.48.

In any case, the fillers should be of such a composition and hardness as not to give rise, with time, to leakages between cables and glands.

### 10.31 Identification of insulated cores

Identification may be effected by colouring or printing (for instance with code numbers) the insulation or the outer tape or separator (if any). Any other identification method may be allowed, provided the various cores are identifiable, not only in new cables, but also in those which have been in service for some time.

For multi-core cables in which the cores are cabled in several concentric layers, it is recommended that in each layer at least two adjacent cores be coloured differently from all the others.

## SECTION TWO — TESTING SPECIFICATIONS

### GENERAL RECOMMENDATIONS FOR TESTS

#### 10.32 Object and place of tests

Tests to be carried out on finished cables only are considered in these Recommendations, namely tests applicable to:

- a)* full cable lengths ready for dispatch (see Clauses 10.41—10.44);
- b)* pieces of completed cables, taken from *a)* (see Clauses 10.35 to 10.40; and 10.45 to 10.54);
- c)* pieces of constituent parts of cables, taken from *a)*; for instance insulating walls, metallic sheaths, etc. (see Clauses 10.55 to 10.62).

For the purpose of these Recommendations, pieces *b)* and *c)* are referred to as “samples”.

Tests applicable to unfinished cables, for instance on insulated cores before they are cabled, are not recommended.

In general, the tests should be carried out at the manufacturer’s works and the manufacturer should make available the necessary equipment.

### 10.33 Catégories d'essais

a) Au sens des présentes recommandations, les essais sont classés en quatre catégories:

- RT: Essais individuels — Essais effectués sur les longueurs entières de câble prêtes pour l'expédition;
- OST: Essais obligatoires de prélèvement — Essais effectués sur un nombre spécifié d'échantillons, par exemple un échantillon par groupe de 10 longueurs de câble;
- AST: Essais de prélèvement suivant accord — Essais effectués seulement après un accord spécial entre l'acheteur et le fabricant. Cet accord doit préciser également le nombre d'échantillons à essayer;
- TT: Essais de type — Ces essais ne sont pas nécessairement effectués lors de chaque contrat, mais une fois seulement pour chaque spécification particulière de câble qui doit être fourni d'après la commande. Un câble doit être considéré comme étant d'un type approuvé si un câble de même construction, mais pas nécessairement de mêmes dimensions, répond aux spécifications d'essais prévus et si le fabricant peut à cet effet remettre un certificat de conformité.

### 10.34 Répétition des essais

Dans le cas des essais de prélèvement (voir paragraphes 10.32 *b*) et *c*)) et si le résultat d'un essai n'est pas satisfaisant, ce même essai doit être répété sur un nombre d'échantillons double de celui essayé en premier lieu; les nouveaux échantillons sont prélevés sur des longueurs de câble autres que celles sur lesquelles des échantillons ont déjà été prélevés. Si les essais de ces nouveaux échantillons ne sont pas tous satisfaisants, toutes les longueurs de câble correspondantes aux échantillons défectueux peuvent être déclarées non satisfaisantes.

### EXAMEN DE LA QUALITÉ DE LA FABRICATION ET CONTRÔLE DES DIMENSIONS

#### 10.35 Examen général (OST)

Un examen à vue, portant sur la conformité des câbles aux spécifications de fabrication de la commande et aux règles de l'art, doit être fait sur des échantillons de câble. Ceux-ci doivent être prélevés aux extrémités de quelques longueurs de fabrication préalablement amputées d'une partie (d'au moins 60 cm ou 2 ft) qui aurait pu être endommagée.

#### 10.36 Dimensions de l'âme (RT)

La section de l'âme est contrôlée par une mesure de résistance électrique (voir articles 10.42 et 10.05). Un tel contrôle de l'âme ne nécessite aucune mesure du diamètre des fils la composant.

#### 10.37 Épaisseur d'isolation (OST)

a) *Généralités*

L'épaisseur de l'enveloppe isolante doit être mesurée sur le nombre spécifié de longueurs de fabrication (voir article 10.33 — OST) chacune des longueurs choisies doit être représentée par deux échantillons de câble prélevés à raison d'un à chaque extrémité et après avoir amputé la longueur (si nécessaire) de la partie qui aurait pu être endommagée. Si l'un des échantillons ne satisfait pas aux prescriptions de l'article 10.37, on vérifie deux autres échantillons et ce n'est que si tous deux sont satisfaisants que la longueur peut être acceptée.

### 10.33 Test categories

For the purpose of these Recommendations, the tests are divided into four categories:

- RT: Routine tests — Tests to be carried out on full cable lengths ready for dispatch;
- OST: Obligatory sample tests — Tests to be carried out on a specified number of samples, for instance one sample from each group of 10 cable lengths;
- AST: Agreed sample tests — Tests to be carried out only when specifically agreed between purchaser and manufacturer, who will also agree the extent of sampling;
- TT: Type tests — Tests not to be carried out for every contract but once for each particular design of cable to be supplied against an order. A cable shall be deemed an approved type if one of the same construction, but not necessarily of the same size, complies with the test requirements and the manufacturer may submit a certificate to this effect.

### 10.34 Repetition of tests

In the case of tests on samples (see Sub-clauses 10.32 *b*) and *c*)), if the result of a test is not satisfactory, the same test should be repeated on twice the number of samples tested the first time, the new samples being taken from cable lengths not previously sampled. If the results from these new samples are not all satisfactory, all the cable lengths represented by the said samples may be declared unsatisfactory.

## INSPECTION FOR REGULAR MANUFACTURING AND CHECK OF DIMENSIONS

### 10.35 General examination (OST)

A visual inspection for the conformity of cables with the manufacturing requirements specified in the order and with a good manufacturing practice should be carried out on cable pieces. These should be taken from the ends of some manufacturing lengths after having discarded, if necessary, a portion of cable (of at least 60 cm or 2 ft) which might have suffered damage.

### 10.36 Conductor dimensions (RT)

The cross-sectional area should be checked by measuring the electrical resistance (see Clauses 10.42 and 10.05). No measurements of wire diameters should be required in checking the conductors.

### 10.37 Insulation thicknesses (OST)

#### *a) General*

The insulation thickness should be checked on a number of manufacturing lengths, as specified (see Clause 10.33 — OST). Each selected length should be represented by two cable pieces, taken one from each end after having discarded (if necessary) a portion which might have suffered damage. If one of the pieces fails to meet the requirements of Clause 10.37, two other pieces should be checked and only if both comply should the length be accepted.

b) *Isolations élastomères ou thermoplastiques (caoutchouc ou polychlorure de vinyle)*

L'épaisseur de l'isolation doit être déterminée par la méthode spécifiée à l'annexe A en utilisant un microscope de mesure. L'usage d'un micromètre ou d'un autre instrument est admis, mais en cas de contestation on doit utiliser un microscope de grossissement 10.

La moyenne des 12 mesures effectuées sur les deux échantillons (voir paragraphe 10.37 a)) ne doit pas être inférieure à l'épaisseur d'enveloppe spécifiée pour la longueur considérée. De plus, la plus petite des 12 valeurs mesurées ne doit pas être inférieure à l'épaisseur spécifiée de plus de 0,10 mm (4 mils) + 10% de l'épaisseur spécifiée.

c) *Isolation par rubanage (tissu verni et tissu verni-amiante)*

L'une des deux méthodes suivantes peut être utilisée, leur choix étant fait par accord entre le fabricant et l'acheteur. Dans chaque cas les résultats obtenus sur les deux échantillons représentant chacune des longueurs choisies (voir paragraphe 10.37 a)) ne doivent pas être inférieurs à l'épaisseur d'enveloppe spécifiée pour cette longueur.

Dans le cas des câbles à ceinture, l'épaisseur de l'isolation de chaque conducteur et l'épaisseur de la ceinture doivent être mesurées séparément.

Lorsqu'une couche d'amiante ou d'un matériau équivalent se trouve comprise dans l'épaisseur isolante, son épaisseur doit être mesurée par la première méthode.

c1) *Première méthode*

On utilise un micromètre à touches planes d'au moins 5 mm (0,2 in) de diamètre. Le diamètre sur l'isolant est mesuré dans deux directions perpendiculaires. L'isolant est ensuite retiré et le diamètre sous l'isolant est mesuré de la même façon et dans les mêmes directions. Les séparateurs, revêtements et rubans de repérage (voir article 10.11), s'ils existent, ne sont pas comptés dans l'épaisseur isolante, à moins qu'ils ne soient en un matériau isolant. L'épaisseur isolante est finalement déterminée en prenant la moitié de la moyenne des différences entre les deux mesures. A la place du micromètre on peut utiliser un ruban afin d'en déduire le diamètre à partir de la longueur de la circonférence, ceci dans le cas des conducteurs ronds ou sectoriaux.

c2) *Deuxième méthode*

(Cette méthode n'est pas applicable lorsque les rubans sont posés à recouvrement.)

Les rubans de l'échantillon sont déroulés puis empilés les uns sur les autres (sans enlever le lubrifiant) et l'épaisseur totale est mesurée avec un micromètre ayant les caractéristiques définies plus haut. Tous les rubans qui composent l'épaisseur isolante doivent être compris dans la mesure à l'exception des séparateurs et revêtements (s'il en existe), à moins qu'ils ne soient en matériau isolant.

Les touches du micromètre doivent être nettoyées entre chaque opération.

L'appareil utilisé peut être n'importe quel type de micromètre de précision à pression capable de mesurer l'épaisseur d'un certain nombre de rubans jusqu'à un total de 6,3 mm (0,25 in) avec une erreur de lecture n'excédant pas  $\pm 0,005$  mm ( $\pm 0,2$  mil).

La touche mobile qui assure la pression doit être circulaire avec un diamètre d'au moins 5,0 mm (0,2 in). La surface de la touche fixe doit être égale ou supérieure à celle de la touche mobile. Les deux faces doivent rester concentriques et parallèles avec une précision de 0,0025 mm (0,0001 in) dans toute l'étendue du déplacement.

La touche mobile doit exercer une pression uniforme de  $3,5 \pm 0,2$  kgf/cm<sup>2</sup> (ou  $50 \pm 2,5$  lbf/in<sup>2</sup>).

b) *Rubberlike insulations (rubber and polyvinylchloride)*

The insulation thickness should be measured with the method described in Appendix A, using a measuring microscope. The use of a micrometer or other means may be permitted, but in case of dispute a microscope at 10 magnifications should be used.

The average of the 12 measurements carried out on the 2 specimens (see Sub-clause 10.37 a)) should not be less than the insulation thickness specified for the length considered. In addition, the smallest of the 12 measured values should not fall below the specified thickness by more than 0.10 mm (4 mils) + 10% of the specified thickness.

c) *Taped insulations (varnished cambric and asbestos varnished cambric)*

One of the following two methods may be used, the choice being agreed between manufacturer and purchaser. In either case, both the results found on the two specimens representing each selected length (see Sub-clause 10.37 a)) should be not lower than the insulation thickness specified for that length.

In the case of “belted cables”, the thickness of each core insulation and of the belt should be measured separately.

When a layer of asbestos or equivalent material is included in the insulating wall, its thickness should be measured with the first method.

c1) *First method*

Using a micrometer having flat contacts at least 5 mm (0.2 in) in diameter, the diameter in the insulating wall is measured in two directions, at right angles to another. The insulation is then removed and the diameter under the insulating wall is similarly measured in the same directions. Separators, binders and identification tapes (see Clause 10.11), if any, are not to be included in the insulating wall, unless they consist of an insulating material. The insulation thickness is finally calculated as half the mean of the two diameter differences. Instead of a micrometer, a measuring tape may be used for determining the diameters from the circumferential lengths, both in the case of round and sector shaped conductors.

c2) *Second method*

(Not applicable when the tapes are wound with an overlap.)

The tapes of the specimen should be unwound and then bunched together (without removing the lubricant) and the total thickness should be measured with a micrometer having the characteristics defined below. All the tapes which make up the insulation should be included in the measurement, whereas the separators and binders (if any) shall not be included unless they are made of insulating materials.

The faces of the micrometer shall be cleaned between each successive measurement.

The apparatus may be any form of precision dead weight micrometer capable of measuring up to a total thickness of 6.3 mm (0.25 in) with an instrument error not exceeding  $\pm 0.005$  mm ( $\pm 0.2$  mil).

The movable face of the pressure foot should be circular, and have a diameter not less than 5.0 mm (0.2 in). The area of the fixed face should be equal to or greater than the area of the pressure foot. The faces should be concentric and parallel to within 0.0025 mm (0.0001 in) over the range of travel.

The pressure foot should exert a steady pressure of  $3.5 \pm 0.2$  kgf/cm<sup>2</sup> (or  $50 \pm 2.5$  lbf/in<sup>2</sup>).

### 10.38 Épaisseur des gaines (OST)

#### a) Généralités

L'épaisseur des gaines doit être mesurée sur le nombre spécifié de longueurs de fabrication (voir article 10.33 — OST).

Chacune des longueurs choisies doit être représentée par deux échantillons de câble prélevés à raison d'un à chaque extrémité et après avoir amputé la longueur (si nécessaire) de la partie qui aurait pu être endommagée. Si l'un des échantillons ne satisfait pas aux prescriptions de l'article 10.37, on vérifie deux autres échantillons et ce n'est que si tous deux sont satisfaisants que la longueur est acceptée.

#### b) Gains imperméables non métalliques

La mesure de l'épaisseur de la gaine s'effectue en utilisant les moyens et la méthode de l'annexe A aux endroits où l'épaisseur de la gaine est la plus faible (c'est-à-dire ceux où les conducteurs isolés laissent une empreinte dans la gaine), à raison de six mesures au maximum par échantillon. En particulier, dans le cas d'une gaine appliquée sur un assemblage cylindrique (par exemple une gaine métallique), les six mesures doivent être effectuées.

La moyenne des valeurs obtenues sur deux échantillons prélevés sur chacune des longueurs de câble (voir paragraphe 10.38 a)) ne doit pas être inférieure à l'épaisseur spécifiée.

De plus, la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur spécifiée de plus de 0,10 mm (0,004 in) + 15 % de l'épaisseur spécifiée.

La méthode indiquée ci-dessus est également valable pour mesurer l'épaisseur de la ceinture commune. Quand celle-ci renferme les bourrages, une tolérance de 0,3 mm (0,012 in) + 15 % est autorisée.

#### c) Gains métalliques

Un prélèvement est fait, sur chaque échantillon (voir paragraphe 10.38 a)), sous la forme d'un manchon que l'on retire, sans l'endommager. La longueur de ce manchon doit être à peu près égale à son diamètre (avec un minimum de 20 mm ou 0,8 in). Sur chaque coupe on procède, au moyen du palmer, à cinq mesures régulièrement espacées sur la circonférence, ces mesures étant faites à au moins 10 mm (0,4 in) des bords.

Si l'échantillon conserve la forme d'un anneau, les mesures doivent être faites avec un palmer ayant soit une touche plate et une touche à bille, soit une touche plate et une touche rectangulaire de 0,8 mm (0,032 in) de large et 2,4 mm (0,095 in) de long. La touche à bille ou la touche rectangulaire doit être placée à l'intérieur de l'anneau.

Si l'échantillon est aplati, la mesure doit être effectuée au moyen d'un palmer à touches plates.

La moyenne des dix valeurs obtenues sur les deux échantillons prélevés sur la longueur considérée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur spécifiée pour cette longueur. En outre, la plus petite valeur ne doit pas être inférieure à l'épaisseur spécifiée de plus de 0,10 mm (0,004 in) + 10 % de l'épaisseur spécifiée.

### 10.39 Dimensions des armures (OST)

a) Un certain nombre de mesures micrométriques doivent être faites sur quelques échantillons prélevés au hasard, afin de vérifier que les dimensions du fil métallique ou du feuillard sont conformes aux valeurs nominales (voir article 10.22). Cette conformité doit s'entendre comme suit:

Toutes les valeurs mesurées individuellement ne doivent pas être inférieures à 90 % de la valeur nominale diminuée de 0,03 mm (0,0012 in) et ne doivent pas être supérieures à 110 % de la valeur moyenne augmentée de 0,03 mm (0,0012 in).

### 10.38 Sheath thickness (OST)

#### a) General

The sheath thickness should be checked on a number of manufacturing lengths, as specified (see Clause 10.33 — OST).

Each selected length should be represented by two cable pieces, taken one from each end after having discarded (if necessary) a portion which might have suffered damage. If one of the pieces fails to meet the requirements of Clause 10.37, two other pieces should be checked and only if both comply should the length be accepted.

#### b) Non-metallic impervious sheath

The sheath thickness should be measured, using the means and method described in Appendix A, radially in the directions where the sheath is thinnest (i.e. corresponding to the points where the cores were embedded in the sheath), subject to a maximum of six measurements on each specimen. In particular, in case of a sheath applied on a cylindrical assembly (for instance on a metal sheath), the six measurements should be made.

The average of the values found on the two specimens taken from each cable length (see Sub-clause 10.38 a)) should not be lower than the sheath thickness specified for that length.

In addition, the smallest measured value should not fall below the specified thickness by more than 0.10 mm (0.004 in) + 15% of the specified thickness.

The method indicated above is also valid for measuring the thickness of the insulating belt. When this embodies the fillers, a tolerance of 0.3 mm (0.012 in) + 15% should be permitted.

#### c) Metallic sheaths

From each of the two pieces of cable (see Sub-clause 10.38 a)) one specimen should be cut and removed, without damaging it, in the form of a sleeve having a length approximately equal to its diameter (but at least 20 mm or 0.8 in). Using a micrometer, five measurements should be taken on each specimen, regularly spaced around the circumference and at least 10 mm (0.4 in) distant from the edges of the specimens.

If the specimen is left in the form of a ring, the measurement should be made with a micrometer having either a flat nose and a ball nose or a flat nose and a flat rectangular nose 0.8 mm (0.032 in) wide and 2.4 mm (0.095 in) long. The ball nose or the flat rectangular nose should be applied inside the ring.

If the specimen is flattened, the measurement may be made with a micrometer having flat noses.

The average of the ten values found on the two specimens taken from the considered cable length should be not lower than the sheath thickness specified for that length. In addition, the smallest value should not fall below the specified thickness by more than 0.10 mm (0.004 in) + 10% of the specified thickness.

### 10.39 Dimensions of armourings (OST)

- a) A number of micrometer measurements should be made on some specimens selected at random, in order to check that metal wire diameters and metal tape thicknesses comply with the nominal values (see Clause 10.22). Compliance should be understood as follows:

All individual measured values to be not smaller than 90% of the nominal value minus 0.03 mm (0.0012 in) and not greater than 110% of the average value plus 0.03 mm (0.0012 in).

- b) La vérification de la densité de couverture d'une tresse métallique doit être faite en pesant un échantillon de la tresse long d'au moins 25 cm (10 in); le poids ne doit pas être inférieur à 90 % du poids calculé pour le tube équivalent spécifié à l'article 10.19.

#### 10.40 Diamètre des câbles (OST)

Le diamètre extérieur de chaque câble doit être mesuré au moins en trois points distants d'1 m (3 ft) ou plus. On peut utiliser soit un ruban de mesure (convenant seulement aux diamètres supérieurs à 20 mm ou 0,8 in) ou un micromètre. Dans le premier cas, le diamètre est déduit par calcul de la circonférence mesurée; dans le deuxième cas, on fait la moyenne de deux mesures à angle droit. La moyenne des trois valeurs ainsi obtenues ne doit pas différer du diamètre moyen spécifié de plus de:

0,5 mm (0,02 in) + 4 % du diamètre spécifié pour les câbles non armés,

1,0 mm (0,04 in) + 4 % du diamètre spécifié pour les câbles armés.

Si, à la place du diamètre moyen, on a spécifié le diamètre maximal, aucune des trois valeurs mesurées ne doit être supérieure à la valeur spécifiée.

#### ESSAIS ÉLECTRIQUES SUR LONGUEURS ENTIÈRES DE CÂBLES

##### 10.41 Généralités

Les essais électriques indiqués aux articles 10.42 à 10.44 doivent être faits sur toutes les longueurs de câbles terminés (sauf dans le cas suivant).

Dans le cas des câbles isolés au polychlorure de vinyle uniquement, on peut admettre la suppression de la mesure de la résistance d'isolement sur longueur entière (article 10.44). En remplacement, il sera effectué un essai sur des courtes longueurs de câbles dans de l'eau chaude, comme spécifié à l'article 10.45.

##### 10.42 Résistance du conducteur (RT)

Le câble doit être placé dans le local d'essais maintenu à température sensiblement constante pendant un temps suffisamment long pour que l'on soit assuré que la température du câble est égale à la température ambiante.

La résistance électrique de chaque conducteur doit être mesurée en courant continu (la longueur exacte et la température étant connues) et ramenée à la température de 20°C par la formule suivante:

$$R_{20} = R_t \frac{254,45}{234,45 + t}$$

dans laquelle  $R_t$  est la résistance électrique obtenue à la température  $t^\circ\text{C}$  (température ambiante). La valeur  $R_{20}$  ne doit pas être plus élevée que la résistance du conducteur, spécifiée ou calculée comme indiqué à l'article 10.05.

##### 10.43 Essai diélectrique (RT)

- a) Cet essai doit être fait à la température ambiante sous une tension alternative monophasée de forme pratiquement sinusoïdale ou, en variante, sous une tension pratiquement continue. La puissance du dispositif de mesure doit être suffisante pour que la valeur de la tension d'essai spécifiée et le courant de charge correspondant puissent être maintenus constants dans le câble.

- b) Checking of the coverage density of a metal braid armour should be carried out by weighing a braid specimen at least 25 cm (10 in) long; the weight should be not less than 90 % of the calculated weight of an equivalent tube as specified under Clause 10.19.

#### 10.40 Cable diameters (OST)

The overall diameter of any cable should be measured in at least three points spaced 1 m (3 ft) or more from one another. Either a measuring tape (suitable only for diameters greater than 20 mm or 0.8 in) or a micrometer may be used, in the first case the diameter being calculated from the measured circumference length and in the second case as the mean of two diameters measured at right angles. The average of the three values so obtained should differ from the specified mean diameter by not more than:

0.5 mm (0.02 in) + 4 % of the specified diameter, for unarmoured cables,  
1.0 mm (0.04 in) + 4 % of the specified diameter for armoured cables.

If the maximum instead of the mean overall diameter is specified, none of the three measured values should be greater than the specified value.

#### ELECTRICAL TESTS ON FULL CABLE LENGTHS

##### 10.41 General

The electrical tests specified under Clauses 10.42 to 10.44 should be carried out on all complete lengths of finished cables (except in the following case).

In the case of p.v.c. insulated cables only, it may be accepted that the measurement of the insulation resistance on full cable lengths (Clause 10.44) is omitted, the test being instead carried out on short lengths, in hot water, as specified under Clause 10.45.

##### 10.42 Conductor resistance (RT)

The cable shall be in the test room, which should be at reasonably constant temperature, for sufficient time to ensure that the cable temperature is equal to the ambient temperature.

The electrical resistance of each conductor should be measured with direct current (knowing the exact length and temperature) and corrected to 20°C by the following formula:

$$R_{20} = R_t \frac{254.45}{234.45 + t}$$

where  $R_t$  is the electrical resistance found at a temperature  $t^\circ\text{C}$  (ambient temperature). The value  $R_{20}$  should be not higher than the conductor resistance either specified or calculated as stated in Clause 10.05.

##### 10.43 High-voltage test (RT)

- a) This test should be carried out at ambient temperature using a single-phase a.c. voltage of practically sinusoidal waveform or, alternatively, a practically flatform d.c. voltage. The power available in the test equipment shall be sufficient to maintain constantly in the cable the specified value of the test voltage and the corresponding charging current.

- b) Quel que soit le type d'isolation, chaque conducteur isolé doit pouvoir supporter, pendant 15 minutes sans perforation, les tensions d'essai suivantes:

TABLEAU IV

| Tension nominale <sup>1)</sup><br>du câble<br>volts (alternatif ou continu) |                          | Tension d'essai pendant 15 minutes |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Supérieure<br>à                                                             | Inférieure<br>où égale à | Courant alternatif<br>volts        | Courant continu<br>volts |
| —                                                                           | 80                       | 1 000 <sup>2)</sup>                | 2 000 <sup>2)</sup>      |
| 80                                                                          | 250                      | 1 500                              | 3 000                    |
| 250                                                                         | 750 <sup>3)</sup>        | 2 500                              | 5 000                    |
| 750                                                                         | 1 100                    | 3 500                              | 7 000                    |
| 1 100                                                                       | 3 300                    | 7 500 <sup>4)</sup> 10 000         | 20 000                   |
| 3 300                                                                       | 6 600                    | 14 000 <sup>4)</sup> 16 000        | 32 000                   |

<sup>1)</sup> La tension nominale doit s'entendre pour les systèmes dont le neutre (ou le centre) n'est pas à la masse.

<sup>2)</sup> Pendant 5 minutes seulement.

<sup>3)</sup> Pour les câbles à isolation minérale de tension nominale supérieure à 250 V et jusqu'à 440 V inclus, la tension d'essai peut être 2 000 V alternatif et 4 000 V continu.

<sup>4)</sup> Uniquement pour les câbles isolés au caoutchouc ou au polychlorure de vinyle.

- c) La tension doit être appliquée progressivement de façon à atteindre la valeur spécifiée en une minute environ. Le mode de connexion utilisé pour l'application des tensions d'essais aux différents types de câbles doit être le suivant:

Pour les câbles à un conducteur sous gaine métallique ou avec une armure métallique, la tension est appliquée entre le conducteur et la gaine ou l'armure.

Pour les câbles à un conducteur sous gaine non métallique imperméable sans autre protection, la tension d'essai doit être appliquée entre le conducteur et l'eau dans laquelle le câble doit avoir été immergé au moins une heure avant l'essai.

Pour les câbles à un conducteur qui comportent une gaine non métallique susceptible d'être endommagée par l'eau, la tension d'essai doit être appliquée à des échantillons d'au moins 1 m (40 in) de longueur après que leur surface ait été revêtue d'une feuille métallique.

Pour les câbles comportant de 2 à 5 conducteurs avec ou sans gaine ou armure, la tension d'essai doit être appliquée successivement entre chaque conducteur et tous les autres réunis ensemble et au revêtement métallique s'il en existe un.

Pour les câbles à plus de 5 conducteurs, la tension d'essai doit être appliquée d'abord entre tous les conducteurs impairs de toutes les couches et tous les conducteurs pairs de toutes les couches, puis entre tous les conducteurs des couches paires et tous les conducteurs des couches impaires et enfin, si nécessaire, entre le premier et le dernier conducteur de chaque couche comportant un nombre impair de conducteurs.

#### 10.44 Résistance d'isolement (RT)

- a) La résistance d'isolement doit être mesurée après l'essai diélectrique. Une tension continue de 300 V au moins doit être utilisée avec le mode de connexion spécifié au paragraphe 10.43 c). La mesure doit, en général, être effectuée une minute après application de la tension continue; dans certains cas cependant on peut porter à 5 minutes au maximum la durée d'application de la tension dans le but d'obtenir des résultats plus constants.

- b) Whichever the insulation type, each insulated core should sustain for 15 minutes, without breakdown occurring, the following values of the test voltage:

TABLE IV

| Rated voltage <sup>1)</sup> of cable<br>volts (a.c. or d.c.) |                        | Test voltage for 15 minutes         |                                |
|--------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Above                                                        | Up to and<br>including | Alternating current volts<br>(a.c.) | Direct current volts<br>(d.c.) |
| —                                                            | 80                     | 1 000 <sup>2)</sup>                 | 2 000 <sup>2)</sup>            |
| 80                                                           | 250                    | 1 500                               | 3 000                          |
| 250                                                          | 750 <sup>3)</sup>      | 2 500                               | 5 000                          |
| 750                                                          | 1 100                  | 3 500                               | 7 000                          |
| 1 100                                                        | 3 300                  | 7 500 <sup>4)</sup>                 | 10 000                         |
| 3 300                                                        | 6 600                  | 14 000 <sup>4)</sup>                | 20 000                         |
|                                                              |                        |                                     | 32 000                         |

<sup>1)</sup> The rated voltage is to be understood for systems with neutral (or central point) not earthed.

<sup>2)</sup> For 5 minutes only.

<sup>3)</sup> For mineral insulated cables having a rated voltage above 250 V up to and including 440 V, the test voltage may be 2 000 V a.c. and 4 000 V d.c.

<sup>4)</sup> For rubber or p.v.c. insulated cables only.

- c) The voltage should be applied gradually so as to arrive at the specified value in about one minute. The connection procedures in applying the test voltages to the different types of cables should be as follows:

For single-core, metal sheathed or metal armoured cables, the test voltage should be applied between conductor and sheath or armour.

For single-core cables having an impervious non-metallic sheath and no further covering, the test voltage should be applied between the conductor and the water in which the cable should be immersed at least one hour before the test.

For single-core cables having a non-metallic covering liable to be impaired if immersed in water, the test voltage should be made on samples at least 1 m (40 in) long, after having covered their surface with a metal foil.

For cables having from 2 to 5 conductors, with or without metal sheath or armour, the voltage test should be applied in turn between each conductor and all other conductors connected together and to the metal covering, if any.

For cables having more than 5 conductors, the voltage test should be applied: first between all conductors of uneven number in all layers and all conductors of even number in all layers; second, between all conductors of even layers and all conductors of uneven layers; third, if necessary, between the first and the last conductor of each layer having an uneven number of conductors.

#### 10.44 Insulation resistance (RT)

- a) The insulation resistance should be measured after the high-voltage test has been carried out. A d.c. voltage of at least 300 V should be used, with the connection procedures specified in Sub-clause 10.43 c). The measurement should in general be effected one minute after application of the d.c. voltage; in certain cases, however, in order to reach a substantial steady state condition, the electrification time may be prolonged up to a maximum of 5 minutes.

Les valeurs de la résistance d'isolement mesurées à une température  $T$  (qui de préférence ne doit pas être supérieure à 30°C ni inférieure à 10°C) doivent ensuite être ramenées à 20°C en utilisant une formule de correction de température appropriée basée sur les résultats expérimentaux obtenus avec la matière isolante considérée.

La valeur corrigée ne doit pas être inférieure à la valeur calculée au moyen de la constante d'isolement  $K_i$  spécifiée dans le tableau V et aux articles 10.10 et 10.13 pour l'isolement considéré.

- b) Pour le calcul de la résistance d'isolement on doit utiliser la formule suivante:

$$R_i = K_i \log_{10} \frac{D}{d} \text{ en megohm.km}$$

dans laquelle:

$K_i$  (en megohm.km) est la constante d'isolement spécifiée pour l'isolement considéré (voir tableau V et articles 10.10 et 10.13);

$d$  est le diamètre calculé pour l'âme (y compris le séparateur s'il y en a un)<sup>1)</sup>;

$D$  est le diamètre calculé sur l'isolation (à savoir  $D = d + 2t$ ,  $t$  étant l'épaisseur spécifiée pour l'isolant).

Les valeurs de  $D$  et  $d$  doivent toutes deux être exprimées avec la même unité. Pour calculer la résistance d'isolement par 1 000 ft ou par 1 000 yards de câble la valeur de  $R_i$  obtenue par cette formule sera multipliée par les facteurs suivants:

Pour megohm . 1 000 ft             $\times 3,28$

Pour megohm . 1 000 yards     $\times 1,09$

Sauf spécification contraire, le mode de calcul ci-dessus peut être appliqué non seulement au cas des câbles à un seul conducteur, mais aussi aux cas des câbles à deux ou plusieurs conducteurs (pour les câbles à ceinture,  $t$  étant la somme de l'épaisseur de l'isolation du conducteur et de l'épaisseur isolante de ceinture).

Pour les câbles avec isolation au tissu verni-amiante, la valeur minimale spécifiée pour la résistance d'isolement doit être le quart de la valeur minimale spécifiée pour les câbles isolés au tissu verni de même section et de même tension nominale.

## ESSAIS ÉLECTRIQUES SUR ÉCHANTILLONS

### 10.45 Résistance d'isolement (seulement pour les câbles isolés au polychlorure de vinyle)

Cet essai peut être prescrit, soit à la place de l'essai de l'article 10.44, soit en plus. Dans le premier cas c'est un essai AST, et dans le second un essai TT (voir article 10.33).

- a) Chaque échantillon de câble d'au moins 5 m de longueur (16 ft) est décablé de façon à obtenir un seul conducteur isolé, démuné de toute autre matière (par exemple ceinture commune, ruban, etc.). L'échantillon est immergé dans de l'eau à température ambiante (les extrémités étant sorties) et, après 2 ou 3 heures d'immersion, soumis à un essai diélectrique en appliquant les tensions indiquées à l'article 10.43 pendant 5 minutes entre le conducteur et l'eau.

<sup>1)</sup> Note. — Dans la pratique, le diamètre  $d$  d'un conducteur de forme sectorale peut être calculé en divisant par 3,14 la longueur du périmètre de ce conducteur mesurée avec un ruban.

The insulation resistance values measured at a temperature  $T$  (which should preferably be not higher than 30°C and not lower than 10°C) should then be corrected to 20°C using an appropriate temperature correction factor based on experimental results obtained on the insulation material concerned.

The corrected values should be not lower than the value calculated, with the insulation constant  $K_i$  specified in Table V and in Clauses 10.10 and 10.13 for the insulating material concerned.

- b) For the calculation of the insulation resistance the following formula should be used:

$$R_i = K_i \log_{10} \frac{D}{d} \text{ in megohm.km}$$

where

$K_i$  (in megohm.km) is the insulation resistance constant specified for the material concerned (see Table V and Clauses 10.10 and 10.13);

$d$  is the calculated diameter of the conductor (including separator, if any)<sup>1)</sup>;

$D$  is the calculated diameter of the insulation (namely  $D = d + 2t$ , where  $t$  is the specified insulation thickness).

Both  $D$  and  $d$  shall be expressed in the same unit. To calculate the insulation resistance per 1 000 ft or per 1 000 yards of cable the value of  $R_i$  obtained from this formula shall be multiplied by factors as follows:

For Megohm . 1 000 ft       $\times 3.28$

For Megohm . 1 000 yards     $\times 1.09$

Unless otherwise agreed, the above calculation may be applied not only in the case of single-core cables but also in the case of twin and multicore (for belted cables  $t$  being the sum of the specified thicknesses of core insulation plus belt insulation).

For asbestos-varnished-cambric insulated cables, the minimum specified insulation resistance should be one-fourth of the minimum values specified for the varnished-cambric insulated cables of same cross-section and same rated voltage.

#### ELECTRICAL TESTS ON CABLE SAMPLES

##### 10.45 Insulation resistance (for polyvinylchloride insulated cables only)

This test may be required either as a substitute for test of Clause 10.44 or in addition thereto. In the first case it is an AST; in the second case a TT (see Clause 10.33).

- a) Each cable sample, having a length of at least 5 m (16 ft), should be dismantled so as to obtain one insulated core without any covering (i.e. without belt, tape, etc.). This specimen should be immersed (with the ends protruding) in water at room temperature and after 2 to 3 hours immersion subjected to a voltage test, applying the voltage value specified in Clause 10.43 for 5 minutes between conductor and water.

<sup>1)</sup> Note. — For practical purposes the diameter  $d$  of a sector shaped conductor may be calculated dividing by 3.14 the length of the conductor circumference as measured by means of a measuring tape.

- b) Le conducteur isolé est alors immergé dans de l'eau chaude, une longueur de conducteur d'environ 25 cm (10 in) à chaque extrémité étant maintenue au-dessus du niveau du liquide tandis qu'une longueur d'au moins 4 m (13 ft) doit être maintenue dans l'eau. La température de l'eau doit être maintenue à une valeur égale à la température de fonctionnement spécifiée du mélange considéré (voir tableaux II et V) avec une tolérance de  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

Après 2 à 3 heures d'immersion, on applique une tension continue d'au moins 300 V entre le conducteur et l'eau. On mesure la résistance d'isolement une minute après l'application de la tension; dans certains cas, toutefois, afin d'obtenir une lecture stable, on peut prolonger la durée d'application de la tension jusqu'à 5 minutes au maximum.

Le résultat de la mesure ne doit pas être inférieur à la valeur calculée suivant les indications du paragraphe 10.44 b), en utilisant le coefficient  $K_i$  spécifié dans le tableau V pour l'isolant considéré. Si nécessaire on doit appliquer des anneaux de garde aux extrémités de l'échantillon.

#### 10.46 Résistance de l'isolation au courant continu (TT)

Cet essai ne doit être prescrit que pour des câbles isolés au polychlorure de vinyle et ne comportant pas de gaine métallique.

Un des conducteurs isolés qui a été soumis à l'essai diélectrique spécifié au paragraphe 10.45 a) est maintenu dans l'eau à  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  pendant 10 fois 24 heures; on ajoute environ 10 grammes de chlorure de sodium par litre d'eau. Le pôle négatif d'une source de courant continu à 220 V (100 V seulement pour les échantillons de câble fonctionnant à 110 V) est relié au conducteur et le pôle positif est relié à une électrode de cuivre qui est immergée dans l'eau salée et n'a pas de connexion avec la cuve métallique. Il ne doit pas se produire de perforation pendant la période spécifiée ci-dessus et l'examen de l'aspect extérieur de l'isolation ne doit révéler aucun défaut (il n'est pas tenu compte d'une décoloration de l'isolation).

#### 10.47 Essai d'absorption d'eau (TT)

Un échantillon de conducteur qui a déjà été soumis à l'essai diélectrique prévu au paragraphe 10.45 a) est placé dans une cuve à eau de telle manière que sa partie médiane soit immergée sur une longueur de 3 m (10 ft) tandis que les extrémités sont maintenues au-dessus du niveau de l'eau sur une longueur de 0,75 m (30 in). On utilise de l'eau distillée à une température maintenue entre  $20^\circ\text{C}$  et  $25^\circ\text{C}$  pendant 14 jours.

La capacité de l'échantillon est mesurée au moyen d'un courant alternatif à basse tension à la fréquence de 800 à 1 000 Hz après un, sept et quatorze jours d'immersion ininterrompue, l'eau étant maintenue à la même température pour toutes les mesures. Les valeurs de capacité ainsi obtenues doivent satisfaire aux conditions qui sont spécifiées au point F dans le tableau V pour l'isolant considéré.

*Note.* — Le présent article est encore à l'étude.

### ESSAIS PHYSIQUES SUR ÉCHANTILLONS

#### 10.48 Essais de pliage pour les câbles posés à demeure (AST)

Cet essai ne doit pas être prescrit pour les câbles isolés au caoutchouc ou au polychlorure de vinyle. Il doit être effectué à une température comprise entre  $10^\circ\text{C}$  et  $35^\circ\text{C}$ , l'échantillon de câble et le mandrin d'enroulement ayant été préalablement amenés à la même température.

- b) The insulated core should be then immersed in hot water, a length of about 25 cm (10 in) at each end of the specimen being kept above the water level, whilst at least 4 m (13 ft) shall be in water. The temperature of the water should be maintained at a value equal to the rated operating temperature of the considered compound (see Tables II and V) with a tolerance of  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

After 2 to 3 hours immersion, a d.c. voltage of at least 300 V should be applied between the conductor and the water. The insulation resistance should be measured one minute after the application of the voltage; in certain cases, however, in order to reach a substantial steady-state condition the electrification time may be prolonged up to a maximum of 5 minutes.

The measurement result shall be not less than the value calculated, as shown in Sub-clause 10.44 b), with the  $K_i$  specified in Table V for the insulating compound concerned. If necessary, guard rings shall be applied at the ends of the specimen.

#### 10.46 Resistance of the insulation to direct current (TT)

This test should be required only for polyvinylchloride insulated cables having no metallic sheath.

One core specimen which has been subjected to the high-voltage test specified in Sub-clause 10.45 a) should be maintained in a water bath at  $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$  continuously for  $10 \times 24$  hours, approximately 10 g/l of sodium chloride being dissolved in the water. The negative pole of a 220 V d.c. supply (but 100 V for specimens from cables whose rated voltage is 110 V) should be connected to the conductor and the positive pole to a copper electrode, which is immersed in the salt water and has no galvanic connection with the metallic tank. Breakdown should not occur within the period specified, after which the exterior of the insulation should show no damage (discolouration of the insulation is neglected).

#### 10.47 Water absorption test (TT)

One core specimen which has been subjected to the high-voltage test specified in Sub-clause 10.45 a) should be accommodated in a water tank so that its middle portion for a length of 3 m (10 ft) is immersed whilst the ends are above the water level, each for a length of 0.75 m (30 in). Distilled water should be used, whose temperature is maintained between  $20^{\circ}\text{C}$  and  $25^{\circ}\text{C}$  for 14 days.

The capacitance of the specimen should be measured with a.c. low voltage, preferably at a frequency of 800 to 1 000 Hz (c/s), after one, seven and fourteen days continuous immersion, with the water at the same temperature for all measurements. The capacitance values so found should comply with the conditions specified under Item F in Table V for the insulating compound concerned.

*Note.* — This clause is under further consideration.

### PHYSICAL TESTS ON CABLE SAMPLES

#### 10.48 Bending test for cables for fixed installation (AST)

This test should not be required for rubber or p.v.c. insulated cables. It should be carried out at a temperature of  $10^{\circ}\text{C}$  to  $35^{\circ}\text{C}$ , after having brought the cable sample and the bending cylinder to the same temperature.

L'échantillon de câble d'une longueur égale à 3 à 4 fois le diamètre du mandrin (voir ci-après), est enroulé en 20 à 40 secondes sur le mandrin cylindrique pour former un tour complet; il est ensuite redressé, puis après l'avoir fait pivoter de 180° autour de son axe, enroulé de la même façon sur le mandrin, puis redressé à nouveau. Le même cycle est exécuté deux fois, ce qui représente au total quatre pliages (2 dans chaque sens). Pendant l'opération de pliage, le câble est maintenu de telle sorte qu'il ne puisse pas tourner autour de son axe; les extrémités de l'échantillon ne sont pas capotées.

Le diamètre  $D$  du mandrin doit être le suivant:

$$D = n d$$

formule dans laquelle:

$n = 12$  pour les câbles isolés à la toile vernie ou à la toile vernie-amiante comportant ou non une gaine métallique;

$n = 12$  pour les câbles à isolant minéral;

$d$  = est le diamètre extérieur du câble (y compris l'armure, etc., s'il en existe).

Aussitôt après les opérations de pliage et sans avoir redressé le câble lors de la dernière opération, le câble plié est immergé pendant 2 ou 3 heures dans de l'eau à température ambiante puis soumis à un essai diélectrique en courant alternatif sous les tensions spécifiées à l'article 10.43 appliquées pendant 5 minutes, entre chacun des conducteurs et les autres réunis à l'eau. Il ne doit pas se produire de perforation.

Toutefois pour les câbles à isolant minéral, la tension d'essai doit être de:

1 000 V pour les tensions nominales inférieures ou égales à 440 V,

1 500 V pour les tensions nominales de 440 V à 750 V.

#### 10.49 Essais mécaniques pour les câbles souples (AST)

*Note.* — Une méthode d'essai sera spécifiée dans une édition ultérieure des Recommandations.

#### 10.50 Essai à la flamme (OST)

##### a) Généralités

A l'exception des câbles spéciaux à isolation tissu verni-amiant destinés à fonctionner à 95°C (auxquels s'applique l'annexe B), l'essai à la flamme doit être effectué sur des échantillons disposés verticalement avec l'appareil d'essai et suivant le mode opératoire spécifié ci-dessous aux paragraphes b), c) et d).

##### b) Appareil d'essai

L'essai est fait dans une enceinte métallique comportant trois côtés, haute de 1,2 m (48 in), large de 0,30 m (12 in) et profonde de 0,38 m (15 in); la partie antérieure et le dessus sont ouverts. L'appareil comporte des dispositifs de fixation permettant de maintenir l'échantillon de câble en position verticale et au milieu. On utilise un brûleur à gaz, alimenté au gaz d'éclairage, d'un diamètre intérieur nominal de 10 mm ( $\frac{3}{8}$  in); la pression du gaz est réglée de manière à donner à la flamme une longueur de 125 mm (5 in) environ avec un cône bleu intérieur de 40 mm ( $1\frac{1}{2}$  in). L'échantillon de câble, long de 1,2 m (48 in), est fixé dans l'enceinte de telle sorte que son extrémité inférieure repose sur la plaque supportant l'appareil.

Un fil de cuivre nu de 0,7 mm (0,028 in) de diamètre et dont la longueur libre est d'au moins 100 mm (4 in) doit être introduit en position horizontale dans la flamme à 50 mm (2 in) au-dessus de l'extrémité supérieure du brûleur de telle sorte que l'extrémité libre du fil soit à l'aplomb du bord du brûleur du côté qui s'écarte de l'extrémité fixée du fil. Si le fil fond en un temps supérieur à 6 secondes, ceci indique que la flamme n'est pas assez chaude pour l'essai.

The cable sample, whose length is 3 to 4 times the bending diameter (see below), should be bent, in 20 to 40 seconds, on a cylindrical barrel so as to form one complete turn. It should then be straightened, turned 180° round its axis, bent in the same manner on the cylinder and again straightened. This cycle is performed twice, making a total of 4 bends (2 in each direction). During the bending operation the cable should be held in such a way that it cannot revolve around its axis, and the sample ends should not be sealed.

The barrel diameters  $D$  shall be as follows:

$$D = n d$$

where:

$n = 12$  for varnished-cambric and asbestos-varnished-cambric insulated cables with or without metallic sheath;

$n = 12$  for mineral insulated cables;

$d$  = is the overall diameter of the cable (including armour, etc., if any).

Immediately following the bending operations and without straightening the sample after the last operation, the bent cable should be immersed for 2 to 3 hours in water at room temperature and then a high-voltage test carried out, applying the a.c. test voltage specified in Clause 10.43 for 5 minutes in turn between each conductor and the remaining conductors (if any) connected to the water. No breakdown shall occur.

However, for mineral insulated cables the test voltage should be:

1 000 V for rated voltages up to 440 V,  
1 500 V for rated voltages above 440 V to 750 V.

#### 10.49 Mechanical test for flexible cable (AST)

*Note.* — A test method will be specified in a later issue of the Recommendations.

#### 10.50 Flammability test (OST)

##### a) General

Except for the special asbestos-varnished-cambric insulated cables intended to be operated at 95°C (for which Appendix B applies), the flammability test should be carried out on vertical specimens with the apparatus and testing procedure specified in Sub-Clauses *b)*, *c)* and *d)*.

##### b) Apparatus

A three-sided metal enclosure approximately 1.2 m (48 in) high, 0.30 m (12 in) wide and 0.38 m (15 in) deep, with open front and top, having clamping facilities to keep the cable sample straight vertically in the middle. A gas burner with a nominal bore of 10 mm ( $\frac{3}{8}$  in), fed with ordinary illuminating gas at normal pressure and regulated so as to give a flame approximately 125 mm (5 in) long with an inner blue cone approximately 40 mm ( $1\frac{1}{2}$  in) high. The cable specimen should be 1.2 m (48 in) long and clamped in the enclosure with the lower end touching the supporting plate.

A bare copper wire 0.7 mm (0.028 in) in diameter, having a free length of not less than 100 mm (4 in) should be inserted horizontally in the flame, 50 mm (2 in) above the top of the burner, so that the free end of the wire is vertically above the edge of the burner on the side remote from the supported end of the wire. If the wire takes more than 6 seconds to melt, it is an indication that the flame is not hot enough for the purpose of this test.

c) *Mode opératoire*

Le brûleur, maintenu sous un angle de 45°, est approché de l'échantillon de telle façon que l'extrémité du cône vienne toucher la surface de celui-ci à 0,3 m (12 in) environ de son extrémité inférieure. La flamme est maintenue ainsi pendant la durée spécifiée, ensuite le gaz est coupé et on mesure le temps pendant lequel le câble continue à brûler. La durée d'application de la flamme doit être en secondes  $t = 10 + W/50$ , où  $W$  est le poids total de l'échantillon (en grammes). L'application de la flamme ne doit pas être continue mais doit être maintenue pendant des durées de 10 secondes séparées par interruptions de 10 secondes (la dernière période d'application de la flamme a une durée inférieure à 10 secondes si  $t$  n'est pas un multiple exact de 10 secondes).

d) *Observations*

Sur la base de cet essai, les câbles peuvent être classés en trois catégories comme suit:

- i) *propagateur de la flamme* lorsque la flamme se propage sur toute la longueur de l'échantillon;
- ii) *non propagateur de la flamme* lorsque la flamme s'arrête avant d'avoir atteint la partie supérieure de l'échantillon;
- iii) *résistant au feu* lorsque en plus de b) l'échantillon de câble est capable de supporter (après refroidissement) pendant une minute, une tension alternative égale au double de sa tension de service. Cet essai diélectrique est décrit au paragraphe 10.43 c).

Pour effectuer cet essai dans le cas des câbles à un conducteur sans revêtement métallique, on forme l'échantillon en torsadant ensemble deux morceaux de câbles; on applique ensuite entre les conducteurs la tension dont la valeur doit être de quatre fois la tension nominale.

e) *Essai spécial pour isolations non propagatrices de la flamme*

Si un isolant porte la dénomination de «non propagateur de la flamme», l'essai supplémentaire suivant doit être effectué sur un échantillon de conducteur isolé dont on a retiré tous les revêtements extérieurs. Le conducteur doit être essayé dans les conditions indiquées en b) et c), si ce n'est qu'on doit permettre à la flamme d'atteindre l'échantillon pendant une seule période de 60 secondes. Après que l'on a écarté la flamme, l'isolant ne doit pas continuer à brûler pendant plus de 60 secondes, et la longueur totale brûlée ou carbonisée ne doit pas dépasser 150 mm (6 in).

10.51 **Essai d'étanchéité longitudinale (AST ou OST)**

Lorsqu'un câble est spécifié comme devant être «étanche», cet essai s'effectue comme un OST; dans les autres cas, il peut être effectué comme un AST.

a) *Généralités*

Lorsqu'un câble est spécifié «étanche», le volume de l'eau qui est perdu avec un échantillon de câble essayé dans les conditions définies ci-après aux paragraphes b), c), d), ne doit pas être supérieur à la valeur  $V$  calculée par la formule suivante:

$$V = 10 N (A + 2), \text{ en cm}^3$$

dans laquelle:

$N$  = est le nombre de conducteurs du câble, et

$A$  = la section réelle de chaque âme en  $\text{mm}^2$  <sup>1)</sup>.

Dans tous les cas, le volume perdu ne doit pas être supérieur à 2 000  $\text{cm}^3$  (125  $\text{in}^3$ ).

<sup>1)</sup>  $V = 400 N (A' + 0,003)$  en  $\text{in}^3$ , où  $A'$  est en  $\text{in}^2$ , ou bien:  $V = 0,32 N (A'' + 4)$  en  $\text{in}^3$ , où  $A''$  est en MCM.

c) *Procedure*

Keeping the burner at an angle of  $45^\circ$  to the vertical, the flame should be narrowed to the cable specimen so that the tip of the internal cone touches its surface at approximately 0.3 m (12 in) from its lower end. The flame should be so maintained for the specified duration, then the gas turned off and the time measured during which the cable continues to burn. The time of flame application shall be (in seconds)  $t = 10 + W/50$ , where  $W$  is the total weight of the cable specimen (in grams). The application should not be continuous but in steps of 10 seconds with interruptions of 10 seconds (the last step being less than 10 seconds if  $t$  is not an integral multiple of 10 seconds).

d) *Observations*

Based on the test results, cables are classified in three groups, as follows:

- i) *flame extending* when the flame travels along the whole length of the specimen;
- ii) *flame retardant* when the flame stops before reaching the top of the specimen;
- iii) *fire resisting* when in addition to b) the specimen is able to withstand (after cooling) for one minute an a.c. voltage test of twice its rated (service) voltage. Voltage testing procedure as described in Sub-clause 10.43 c).

In order to carry out this voltage test in the case of single-core non-metal covered cables, the specimen should consist of two pieces of cable twisted together; the voltage should then be applied between the two conductors and its value should be four times the rated voltage.

e) *Special test for flame retardant insulations*

If an insulating material is referred to as “flame retardant” the following additional test should be passed by a sample of an insulated core from which all external coverings have been removed. The core should be tested as described in b) and c), except that the flame should be allowed to impinge on the sample for only one period of 60 seconds. After removal of the flame, the dielectric should not continue to burn for longer than 60 seconds and the total length burned or charred should not exceed 150 mm (or 6 in).

10.51 **Watertightness test** (either AST or OST)

When a cable is required to be “watertight” this test should be carried out as an OST; in other cases it may be carried out as an AST.

a) *General*

If a cable is required to be “watertight”, the volume of water lost by a cable specimen, when tested in the conditions specified in Sub-Clauses b), c) and d) below, should be not greater than the value  $V$  calculated from the formula:

$$V = 10 N (A + 2), \text{ in cm}^3$$

where:

$N$  is the number of conductors in the cable, and

$A$  is the cross-section of each conductor, in  $\text{mm}^2$ <sup>1)</sup>.

In any case, the lost volume should be not more than  $2\,000 \text{ cm}^3$  ( $125 \text{ in}^3$ ).

<sup>1)</sup>  $V = 400 N (A' + 0.003)$  in  $\text{in}^3$ , where  $A'$  is in  $\text{in}^2$ , or:  $V = 0.32 N (A'' + 4)$ , in  $\text{in}^3$ , where  $A''$  is in MCM.

*b) Échantillons*

L'échantillon consiste en un morceau de câble terminé long de 1,5 m (5 ft) prélevé sur une longueur qui n'a pas subi d'essai de flexion, d'échauffement, ni aucun autre essai. Dans le but de faciliter la préparation d'un raccord étanche, on peut retirer l'armure de l'extrémité du câble sans toutefois détériorer ce dernier.

*c) Appareil d'essai*

Une petite cuve à eau, équipée avec des manchons de raccordement étanches, est mise en communication avec un dispositif permettant l'application d'une pression déterminée mesurée à l'aide d'un manomètre. La cuve est également reliée à un dispositif permettant la détection des fuites éventuelles. Les accessoires utilisés pour raccorder l'échantillon à la cuve ne doivent ni comprimer les extrémités de l'échantillon en essai, ni donner lieu à leur élargissement, et ils ne doivent pas provoquer de fuite.

*d) Mode opératoire*

Une extrémité de chaque échantillon est raccordée à la cuve, puis la pression d'eau est augmentée jusqu'à  $1,0 \text{ kgf/cm}^2$  ( $14 \text{ lbf/in}^2$ ) en une minute environ. La pression est maintenue à cette valeur pendant 3 heures. La quantité d'eau provenant, soit de l'autre extrémité de l'échantillon, soit de la surface de celui-ci est recueillie et mesurée.

#### 10.52 Essai d'aplatissement pour les câbles à isolant minéral (AST)

Deux échantillons de longueur convenable sont prélevés en deux endroits distants d'au moins 30 cm (1 ft) et aplatis entre deux mâchoires jusqu'à ce que l'épaisseur de la partie aplatie soit les deux tiers du diamètre nominal. Chacune des mâchoires doit avoir une surface plane d'au moins  $75 \times 25 \text{ mm}$  ( $3 \text{ in} \times 1 \text{ in}$ ), la dimension la plus longue doit être parallèle à l'axe du câble soumis à l'essai. Les arêtes des mâchoires doivent être arrondies avec un rayon d'au moins 12,5 mm ( $\frac{1}{2} \text{ in}$ ).

La gaine métallique ne doit présenter ni fentes, ni crevasses, ni pailles.

Après aplatissement, les échantillons doivent être pliés de telle façon qu'ils puissent être immergés dans l'eau, extrémités sorties. Après une immersion de une heure au moins, les deux échantillons doivent supporter, sans que l'isolation manifeste aucune faiblesse, la tension d'essai précisée ci-dessous, appliquée pendant 2 minutes. Cette tension d'essai doit être appliquée entre les conducteurs ainsi qu'entre chaque conducteur et la gaine.

La valeur efficace de la tension d'essai doit être la suivante:

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| — pour les câbles à 440 V        | 1 000 V |
| — pour les câbles à 660 et 750 V | 1 500 V |

#### 10.53 Essai d'égouttement (AST)

*a)* Pour les câbles dont le revêtement protecteur comprend partiellement des matériaux fibreux imprégnés. Un échantillon de câble de 0,30 m (1 ft) de longueur au moins est suspendu verticalement dans une étuve et y est maintenu pendant 16 heures sans interruption à une température inférieure de  $10 \pm 1^\circ \text{C}$  à la température de service prévue pour la matière isolante du câble considéré. On ne doit pas constater la formation de gouttes s'écoulant de l'échantillon.

*b)* Pour les câbles de type quelconque et en particulier ceux qui sont isolés au tissu verni et tissu verni-amiant. Un échantillon de câble de 0,30 m (1 ft) de longueur au moins, dont on a retiré au préalable tous les revêtements protecteurs, à l'exception de la gaine métallique ou non métallique laissée en place, si elle existe, est maintenu comme ci-dessus pendant 16 heures à la température de service maximale prévue pour le conducteur. On ne doit pas constater la formation de gouttes s'écoulant de l'échantillon.