

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

92-350

Première édition
First edition
1988-08

Installations électriques à bord des navires –

Partie 350:

**Câbles d'énergie à basse tension pour utilisation
à bord des navires –**

Construction générale et prescriptions d'essai

Electrical installations in ships –

Part 350:

Low-voltage shipboard power cables –

General construction and test requirements



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 92-350: 1988

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

92-350

Première édition
First edition
1988-08

Installations électriques à bord des navires –

Partie 350:

**Câbles d'énergie à basse tension pour utilisation
à bord des navires –**

Construction générale et prescriptions d'essai

Electrical installations in ships –

Part 350:

**Low-voltage shipboard power cables –
General construction and test requirements**

© CEI 1988 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

● Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1. Domaine d'application et objet	10
SECTION UN - GÉNÉRALITÉS	
2. Définitions	10
2.1 Définitions relatives au câble	10
2.2 Définitions des valeurs dimensionnelles	12
2.3 Définitions relatives aux essais	14
SECTION DEUX - CONSTRUCTION	
3. Ames	14
3.1 Matériau	14
3.2 Revêtement métallique et séparateur	14
3.3 Classe et forme	14
4. Enveloppe isolante	16
4.1 Matériau	16
4.2 Application de l'enveloppe isolante	16
4.3 Épaisseur de l'enveloppe isolante	16
5. Assemblage	16
6. Revêtement interne, bourrages et lien	18
6.1 Matériau	18
6.2 Épaisseur du revêtement interne	18
7. Revêtement protecteur	18
7.1 Éléments constitutifs des revêtements protecteurs	18
7.2 Armure en tresses métalliques	18
7.3 Armure en fils métalliques	20
7.4 Armure en feuillards métalliques	20
7.5 Dimensions des armures métalliques	22
7.6 Gaine non métallique	22
7.7 Tresse textile imprégnée	22
7.8 Matelas sous armure	22
7.9 Enlèvement du revêtement de protection	24
SECTION TROIS - PRESCRIPTIONS D'ESSAI	
8. Conditions d'essai	24
8.1 Température ambiante	24
8.2 Fréquence et forme d'onde des tensions d'essai à fréquence industrielle	24
9. Essais individuels	24
9.1 Généralités	24
9.2 Résistance électrique des âmes	24
9.3 Essai à haute tension	26
9.4 Mesure de la résistance d'isolement	26
10. Essais spéciaux	28
10.1 Généralités	28
10.2 Fréquence des essais spéciaux	30
10.3 Examen de l'âme du conducteur	30
10.4 Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes	30
10.5 Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques	32
10.6 Dimensions des armures	32
10.7 Mesure des diamètres extérieurs	34
10.8 Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes EPR et XLPE et les gaines SE 1	34
10.9 Essai de tenue des enveloppes isolantes et des gaines en PVC à basse température	34
10.10 Essai d'étanchéité longitudinale	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. Scope and object	11
SECTION ONE – GENERAL	
2. Definitions	11
2.1 Definitions concerning the cable	11
2.2 Definitions of dimensional values	13
2.3 Definitions concerning the tests	15
SECTION TWO – CONSTRUCTION	
3. Conductors	15
3.1 Material	15
3.2 Metal coating and separator	15
3.3 Class and form	15
4. Insulation	17
4.1 Material	17
4.2 Application of the insulation	17
4.3 Insulation thickness	17
5. Cabling	17
6. Inner covering, fillers and binder	19
6.1 Material	19
6.2 Inner covering thickness	19
7. Protective covering	19
7.1 Constituent elements of protective coverings	19
7.2 Metal braid armour	19
7.3 Metal wire armour	21
7.4 Metal tape armour	21
7.5 Dimensions of the metal armours	23
7.6 Non-metallic sheath	23
7.7 Impregnated textile braid	23
7.8 Bedding for armour	23
7.9 Removal of the protective coverings	25
SECTION THREE – TEST REQUIREMENTS	
8. Test conditions	25
8.1 Ambient temperature	25
8.2 Frequency and waveform of power frequency test voltages	25
9. Routine tests	25
9.1 General	25
9.2 Electrical resistance of conductors	25
9.3 High-voltage test	27
9.4 Measurement of insulation resistance	27
10. Special tests	29
10.1 General	29
10.2 Frequency of special tests	31
10.3 Conductor examination	31
10.4 Measurement of thickness of insulation	31
10.5 Measurement of thickness of non-metallic sheaths (excluding inner coverings)	33
10.6 Dimensions of armourings	33
10.7 Measurement of external diameter	35
10.8 Hot set test for EPR and XLPE insulation and for SE I sheath	35
10.9 Test for the behaviour of PVC insulation and sheaths at low temperature	35
10.10 Watertightness test	35

10.11	Essai du revêtement métallique des fils de cuivre	36
10.12	Essai de galvanisation	36
11.	Essais électriques de type	36
11.1	Généralités	36
11.2	Mesure de la résistance d'isolement	36
11.3	Augmentation de la capacité en courant alternatif après immersion dans l'eau	38
11.4	Essai à haute tension de 4 h	40
12.	Essais de type non électrique	40
12.1	Mesure des épaisseurs de l'enveloppe isolante	40
12.2	Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques (revêtements internes non compris)	42
12.3	Détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement	42
12.4	Détermination des propriétés mécaniques des gaines avant et après vieillissement	44
12.5	Essais additionnels de vieillissement sur tronçons de câbles complets (essais de compatibilité)	44
12.6	Perte de masse pour les enveloppes isolantes et les gaines en PVC	46
12.7	Essai de tenue des enveloppes isolantes et des gaines en PVC à température élevée	46
12.8	Essai de tenue des enveloppes isolantes et des gaines en PVC à basse température	46
12.9	Essais de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et des gaines en PVC (essai de chocs thermiques)	46
12.10	Essai de résistance à l'ozone pour les enveloppes isolantes en EPR	48
12.11	Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes EPR et XLPE et les gaines SE 1	48
12.12	Essai d'immersion dans l'huile minérale pour les gaines à base d'élastomère	48
12.13	Essai de résistance à la propagation de la flamme	48
12.14	Essai pour câbles résistant au feu	48
ANNEXE A	– Méthode du calcul fictif pour déterminer les dimensions des revêtements protecteurs	52
ANNEXE B	– Arrondissement des nombres	60
ANNEXE C	– Calcul des valeurs minimales et maximales des dimensions extérieures moyennes des conducteurs et câbles à âmes circulaires en cuivre	62
ANNEXE D	– Procédé pour vérifier l'efficacité de la méthode d'essai de tension au défillement	68
ANNEXE H	– Essai du revêtement métallique des fils de cuivre	72
ANNEXE J	– Essai de galvanisation des fils d'acier	74

10.11	Test of the metal coating of copper wires	37
10.12	Galvanizing test	37
11.	Type tests, electrical	37
11.1	General	37
11.2	Insulation resistance measurement	37
11.3	Increase in a. c. capacitance after immersion in water	39
11.4	High-voltage test for 4 h	41
12.	Type tests, non-electrical	41
12.1	Measurement of thickness of insulation	41
12.2	Measurement of thickness of non-metallic sheaths (excluding inner coverings)	43
12.3	Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing	43
12.4	Tests for determining the mechanical properties of sheaths before and after ageing	45
12.5	Additional ageing test on pieces of completed cables (compatibility test)	45
12.6	Loss of mass test on PVC insulation and sheaths	47
12.7	Test for the behaviour of PVC insulation and sheaths at high temperatures (pressure test)	47
12.8	Test for the behaviour of PVC insulation and sheaths at low temperatures	47
12.9	Test for resistance of PVC insulation and sheaths to cracking (heat shock test)	47
12.10	Ozone resistance test for EPR insulation	49
12.11	Hot set test for EPR and XLPE insulation and for SE 1 sheath	49
12.12	Oil immersion test for elastomeric sheaths	49
12.13	Flame retardance test	49
12.14	Test for fireproof or fire-resistant cables	49
APPENDIX A	- The fictitious calculation method for determination of dimensions of protective coverings	53
APPENDIX B	- Rounding of numbers	61
APPENDIX C	- Calculation of the lower and upper limits for the average outer dimensions of cables with circular copper conductors	63
APPENDIX D	- Procedure for checking the efficacy of the spark testing method	69
APPENDIX H	- Test of the metal coating of copper wires	73
APPENDIX J	- Galvanizing test for steel wires	75

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

**350^e partie: Câbles d'énergie à basse tension pour utilisation
à bord des navires**

Construction générale et prescriptions d'essai

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 par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 18A: Câbles et installations de câbles, du Comité d'Etudes n° 18 de la CEI: Installations électriques des navires et des unités mobiles et fixes en mer.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
18A(BC)69	18A(BC)72

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s 92-351 (1983): Installations électriques à bord des navires.
351^e partie: Matériaux isolants pour câbles de transport d'énergie installés à bord des navires.
- 92-359 (1987): 359^e partie: Matériaux de gainage pour câbles de transport d'énergie et de télécommunications installés à bord des navires.
- 228 (1978): Ames des câbles isolés.
- 331 (1970): Caractéristiques des câbles électriques résistant au feu.
- 332-1 (1979): Essais des câbles électriques soumis au feu.
Première partie: Essai effectué sur un câble vertical.
- 811-1-1 (1985): Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolement et de gainage des câbles électriques, Première partie: Méthodes d'application générale, Section un – Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques.
- 811-1-2 (1985): Section deux – Méthodes de vieillissement thermique.
- 811-1-4 (1985): Section quatre – Essais à basse température.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS**Part 350: Low-voltage shipboard power cables
General construction and test requirements**

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 18A: Cables and cable installations, of IEC Technical Committee No. 18: Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units.

The text of this standard is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
18A(CO)69	18A(CO)72

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Report indicated in the above table.

The following IEC publications are quoted in the standard:

- Publications Nos. 92-351 (1983): Electrical installations in ships, Part 351: Insulating materials for shipboard power cables.
- 92-359 (1987): Part 359: Sheathing materials for shipboard power and telecommunication cables.
- 228 (1978): Conductors of insulated cables.
- 331 (1970): Fire-resisting characteristics of electric cables.
- 332-1 (1979): Tests on electric cables under fire conditions,
Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable.
- 811-1-1 (1985): Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables,
Part 1: Methods for general application, Section One – Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties.
- 811-1-2 (1985): Section Two – Thermal ageing methods.
- 811-1-4 (1985): Section Four – Tests at low temperature.

- 811-2-1 (1986): Deuxième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges élastomères, Section un – Essai de résistance à l’ozone – Essai d’allongement à chaud – Essai de résistance à l’huile.
- 811-3-1 (1985): Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC, Section un – Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration.
- 811-3-2 (1985): Section deux: Essai de perte de masse – Essai de stabilité thermique.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-350:1988

Withdrawing

- 811-2-1 (1986): Part 2: Methods specific to elastomeric compounds, Section One – Ozone resistance test – Hot set test – Mineral oil immersion test.
- 811-3-1 (1985): Part 3: Methods specific to PVC compounds, Section One – Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking.
- 811-3-2 (1985): Section Two – Loss of mass test – Thermal stability test.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 60092-350:1988

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES À BORD DES NAVIRES

350^e partie: Câbles d'énergie à basse tension pour utilisation à bord des navires

Construction générale et prescriptions d'essai

1. Domaine d'application et objet

La présente norme spécifie les prescriptions générales pour la construction et les essais des câbles avec âmes de cuivre prévus pour utilisation à bord des navires pour des réseaux de basse tension jusqu'à 0,6/1 kV compris.

SECTION UN - GÉNÉRALITÉS

2. Définitions

Pour les besoins de cette norme, les définitions suivantes sont applicables.

2.1 Définitions relatives au câble

a) Câble (isolé)

Ensemble constitué par:

- un ou plusieurs conducteurs isolés,
- leur revêtement individuel éventuel,
- la protection d'assemblage éventuelle,
- le ou les revêtements de protection éventuels.

Il peut comporter en plus un ou plusieurs conducteurs non isolés (âmes).

b) Âme

Partie d'un câble dont la fonction spécifique est de conduire le courant.

c) Âme câblée

Âme constituée d'un ensemble de fils dont généralement la plupart ont la forme d'une hélice.

Note. - L'âme câblée peut être circulaire ou profilée.

d) Conducteur (isolé)

Ensemble comprenant l'âme et son enveloppe isolante.

e) Câble souple

Câble conçu pour assurer une liaison déformable en service et dont la constitution et le choix des matériaux sont tels qu'ils satisfont à cette exigence.

f) Cordon

Câble souple comportant un nombre réduit d'âmes de petite section.

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 350: Low-voltage shipboard power cables

General construction and test requirements

1. Scope and object

This standard specifies the general constructional requirements and general test recommendations for shipboard cables with copper conductors intended for low-voltage power systems at voltages up to and including 0.6/1 kV.

SECTION ONE – GENERAL

2. Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply.

2.1 Definitions concerning the cable

a) Insulated cable

An assembly consisting of:

- one or more cores,
- individual covering(s) (if any),
- assembly protection (if any),
- protective covering(s) (if any).

Additional uninsulated conductor(s) may be included in the cable.

b) Conductor

That part of the cable which has the specific function of carrying current.

c) Stranded conductor

A conductor consisting of a number of individual wires, all or some of which generally have a helical form.

Note. – The stranded conductor may be circular or shaped.

d) Core

An assembly comprising a conductor and its own insulation.

e) Flexible cable

A cable which is required to be capable of being flexed while in service, and of which the structure and materials are such as to fulfill this requirement.

f) Cord

A flexible cable with a limited number of conductors of small cross-sectional area.

g) *Pas (d'assemblage)*

Longueur, suivant l'axe du câble, d'un tour complet de l'hélice formée par un des constituants du câble.

h) *Séparateur*

Couche mince utilisée comme barrière pour éviter les interactions nocives entre deux constituants d'un câble, par exemple entre âme et enveloppe isolante ou entre enveloppe et gaine.

i) *Bourrage*

Matériau utilisé pour remplir les interstices entre conducteurs dans un câble multiconducteur.

j) *Revêtement interne*

Revêtement non métallique recouvrant l'assemblage des conducteurs ainsi que les bourrages éventuels d'un câble multiconducteur et sur lequel on applique le revêtement de protection.

k) *Gaine*

Revêtement tubulaire continu et uniforme en matériau non métallique, généralement extrudé.

l) *Gaine externe*

Gaine non métallique appliquée sur un revêtement métallique et assurant la protection externe du câble.

m) *Armure*

Revêtement constitué de rubans métalliques (feuillards) ou de fils métalliques, destiné généralement à protéger le câble des effets mécaniques extérieurs.

n) *Tresses*

Revêtement constitué de matériaux tressés, métalliques ou non métalliques.

2.2 Définitions des valeurs dimensionnelles

a) *Valeur nominale*

Valeur par laquelle une grandeur est dénommée et qui est souvent utilisée dans les tableaux. Régulièrement, les valeurs nominales correspondent à des valeurs qui sont vérifiées par des mesures, compte tenu des tolérances spécifiées.

b) *Valeur approximative*

Valeur qui n'est ni garantie, ni vérifiée; elle est utilisée, par exemple, pour le calcul d'autres valeurs dimensionnelles.

c) *Valeur médiane*

Quand plusieurs résultats d'essais sont obtenus et classés par ordre de valeurs croissantes (ou décroissantes), la médiane est la valeur du milieu de la série si le nombre de valeurs disponibles est impair, et la moyenne arithmétique des deux valeurs centrales dans la série si le nombre est pair.

d) *Valeur fictive*

Valeur calculée suivant la «méthode de calcul fictif» définie à l'annexe A.

g) *Length of lay*

The axial length of one complete turn of the helix formed by one of the cable components.

h) *Separator*

A thin layer, used as a barrier to prevent mutually detrimental effects between different components of a cable, for example between conductor and insulation or between insulation and sheath.

i) *Filler*

The material used to fill the interstices between the cores of a multiconductor cable.

j) *Inner covering*

A non-metallic covering which surrounds the assembly of the cores (and fillers, if any) of a multicore cable and over which the protective covering is applied.

k) *Sheath*

A uniform and continuous tubular covering consisting of non-metallic material, generally extruded.

l) *Oversheath*

A non-metallic sheath applied over a metallic covering, constituting the outermost sheath of the cable.

m) *Armour*

A covering consisting of metal tape(s) or wires, generally used to protect the cable from external mechanical effects.

n) *Braid*

A covering made of plaited metallic or non-metallic material.

2.2 *Definitions of dimensional values*

a) *Nominal value*

A value by which a quantity is designated and which is often used in tables. Usually, nominal values give rise to values to be checked by measurements, taking into account specified tolerances.

b) *Approximate value*

A value which is neither guaranteed nor checked; it is used, for example, for the calculation of other dimensional values.

c) *Median value*

When several test results have been obtained and ordered in increasing (or decreasing) succession, the median value is the middle value if the number of available values is odd, and the mean of the two middle values if the number is even.

d) *Fictitious value*

A value calculated according to the "fictitious method" described in Appendix A.

2.3 Définitions relatives aux essais

a) Essais individuels

Les essais individuels sont effectués par le fabricant sur toutes les longueurs de câble terminé; ils doivent montrer que celui-ci est en bon état.

Note. – Par accord entre fabricant et acheteur et, si impliqué, organisme d'approbation (faisant état, par exemple, des résultats d'une méthode de contrôle de qualité), le nombre de longueurs de câble terminé sur lesquelles ces essais devront être effectués peut être limité.

b) Essais spéciaux

Les essais spéciaux sont effectués par le fabricant sur des échantillons de câble complet ou sur des éléments prélevés sur un câble complet, à une fréquence spécifiée, de façon à vérifier que le produit fini répond aux spécifications de sa conception.

c) Essais de type

Les essais de type doivent être effectués par le fabricant avant la commercialisation générale d'un type de câble relevant de la présente norme, afin d'établir que les caractéristiques de service sont satisfaisantes et conviennent pour l'utilisation envisagée. Ces essais sont d'une nature telle qu'après leur exécution il n'est pas nécessaire de les répéter, à moins que des modifications n'aient été introduites dans le choix des matériaux ou de la construction du câble, de sorte que les caractéristiques de service puissent en être affectées.

SECTION DEUX – CONSTRUCTION

3. Ames

3.1 Matériau

Les âmes doivent être en cuivre recuit, nu ou revêtu d'une couche métallique.

3.2 Revêtement métallique et séparateur

Les brins de cuivre doivent être revêtus d'une couche métallique lorsqu'ils sont utilisés pour des âmes isolées par un matériau thermdurcissable à moins qu'on ne prévoie un séparateur entre l'âme et l'enveloppe isolante. Pour les âmes munies d'une enveloppe isolante thermoplastique, le revêtement de métal peut être supprimé. La même chose s'applique à l'enveloppe isolante thermdurcissable à condition que des essais de type appropriés démontrent qu'aucun effet dangereux ne se produit.

Le revêtement métallique est considéré comme satisfaisant si, au cours d'un examen visuel, la surface des brins apparaît brillante, lisse et uniforme et si l'enveloppe isolante n'adhère pas à l'âme.

Si un essai chimique est spécifié, il doit être effectué par les méthodes et les prescriptions spécifiées à l'annexe H.

3.3 Classe et forme

Les âmes considérées dans la présente norme s'entendent seulement pour les câbles destinés à des installations fixes et doivent répondre à la classe 2 de la Publication 228 de la CEI.

On admet l'emploi des âmes câblées circulaires non rétreintes ou rétreintes et sectoriales.

2.3 Definitions concerning the tests

a) Routine tests

Routine tests are tests made on all finished cable lengths to demonstrate the integrity of the cable.

Note. – By agreement between purchaser, manufacturer and, when involved, approval organization (making reference, for example, to results of quality control procedures), the number of lengths of finished cable on which these tests should be carried out may be reduced.

b) Special tests

Special tests are tests made by the manufacturer on samples of completed cable or components taken from a completed cable, at a specified frequency, so as to verify that the finished product meets the design specifications.

c) Type tests

Type tests are tests required to be made by a manufacturer before supplying on a general commercial basis a type of cable covered by this standard, in order to demonstrate satisfactory performance characteristics to meet the intended application. These tests are of such a nature that, after they have been made, they need not be repeated unless changes are made in the cable materials or design which might change the performance characteristics.

SECTION TWO – CONSTRUCTION

3. Conductors

3.1 Material

The conductors shall consist of plain or metal-coated annealed copper.

3.2 Metal coating and separator

The component copper wires shall be metal-coated when used for conductors having a thermosetting insulation, unless a separator between the conductor and the insulation is provided. For conductors having thermoplastic insulation, the metal coating may be omitted. The same applies to thermosetting insulation provided suitable type tests demonstrate that no harmful effects occur.

The metal coating shall be considered as satisfactory if, on visual inspection, the wire surface appears smooth, uniform and bright, and the insulation does not adhere to the conductor.

If a chemical test is required it shall be carried out with the methods and requirements specified in Appendix H.

3.3 Class and form

The conductors considered in this standard are intended only for fixed installations and shall comply with Class 2 of IEC Publication 228.

Stranded circular non-compacted or compacted and sector-shaped conductors are permitted.

La section nominale de ces âmes doit avoir l'une des valeurs indiquées dans le tableau II, Publication 228 de la CEI, avec les limites suivantes:

- Pour tous les types d'âme, la section nominale ne doit pas généralement dépasser 300 mm².

Notes 1. – Pour tout câble, s'il existe, ayant une âme de section nominale majeure, celle-ci devra être conforme aux prescriptions de la classe 2 de la Publication 228 de la CEI.

Les âmes circulaires non rétreintes ne devront pas avoir de section nominale inférieure à 1 mm².

Les âmes circulaires rétreintes ne devront pas avoir de section nominale inférieure à 10 mm².

- 2. – Les sections nominales inférieures à 10 mm² sont à l'étude.

Les âmes sectoriales ne devront pas avoir de section nominale inférieure à 25 mm².

- 3. – Les âmes pour câbles prévus pour usage mobile à bord des navires sont à l'étude.

- La forme de l'âme doit être régulière et dépourvue d'arêtes tranchantes ou de tout autre défaut susceptible d'endommager l'isolation.

La conformité de l'âme à ces prescriptions est vérifiée par les prescriptions de l'essai approprié, spécifié à la section trois de la présente norme.

4. Enveloppe isolante

4.1 Matériau

L'enveloppe isolante doit être constituée par un des types de mélanges isolants énumérés dans la Publication 92-351 de la CEI.

4.2 Application de l'enveloppe isolante

L'enveloppe isolante doit être extrudée en une seule couche étroitement à l'âme ou au séparateur, s'il existe.

Il doit être possible d'enlever l'enveloppe isolante sans endommager l'âme ou son revêtement métallique, s'il existe.

4.3 Epaisseur de l'enveloppe isolante

Les épaisseurs de l'enveloppe isolante sont spécifiées pour chaque type de câble dans la norme correspondante.

La valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée pour chaque type d'enveloppe et de section droite de l'âme.

L'épaisseur, en un point quelconque, peut être inférieure à la valeur spécifiée pourvu que la différence ne dépasse pas 0,1 mm + 10 % de la valeur spécifiée.

5. Assemblage

Les âmes d'un câble multiconducteur doivent être assemblées. Les interstices entre conducteurs doivent être remplis (voir article 6) de façon à obtenir un assemblage ayant une section essentiellement circulaire.

Le bourrage peut être supprimé dans les câbles à plusieurs conducteurs dont la section d'âme ne dépasse pas 4 mm².

The nominal cross-sectional area of the conductors shall have one of the values specified in Table II, IEC Publication 228, – with the following limitations:

- For all types of conductors, the nominal cross-sectional area shall not exceed, in general, 300 mm².

Notes 1. – For any cable requiring larger conductors, these should comply with the requirement for Class 2 of IEC Publication 228.

Circular non-compacted conductors should be not less than 1 mm² nominal cross-sectional area.

Circular compacted conductors should be not less than 10 mm² nominal cross-sectional area.

- 2. – Cross-sectional areas less than 10 mm² are under consideration.

Sector-shaped conductors should be not less than 25 mm² nominal cross-sectional area.

- 3. – Conductors for cables suitable for portable use in ships are under consideration.

- All conductors shall have a regular shape, and shall be free from sharp projections and other defects liable to damage the insulation.

Compliance with these requirements is checked by the appropriate test requirements specified in Section Three of this standard.

4. Insulation

4.1 Material

The insulation shall consist of one of the insulating compounds considered in IEC Publication 92-351.

4.2 Application of the insulation

The insulation shall be extruded in a single layer closely to the conductor or to the separator, if any.

It shall be possible to remove the insulation without damaging the conductor or the metal coating, if any.

4.3 Insulation thickness

The insulation thicknesses are specified for each type of cable in the relevant standard.

The average thickness of the insulation shall be not less than the value specified for each type of insulation and conductor cross-section.

The thickness at any point may be less than the specified value provided that the difference does not exceed 0.1 mm + 10% of the specified value.

5. Cabling

The cores of a multicore cable shall be laid up. The spaces between the cores shall be filled (see Clause 6) so as to obtain an assembly having an essentially circular cross-section.

The filling may be omitted in multicore cables having a conductor nominal cross-section not exceeding 4 mm².

6. Revêtement interne, bourrages et lien

6.1 Matériau

Le revêtement interne éventuel peut être extrudé ou rubané, comme spécifié dans la norme correspondante du câble.

Le revêtement interne, les bourrages et les liens éventuels doivent être composés d'un matériau non hygroscopique convenable, capable de résister à la température qui se produit lorsque les âmes fonctionnent à leur température maximale assignée de service et compatible avec le matériau d'isolation.

Il est permis d'utiliser comme lien un ruban convenable, posé en forme d'hélice ouverte, avant l'application d'un revêtement interne extrudé. L'épaisseur du ruban de liage est facultative.

Lorsqu'il est spécifié des bourrages ou des revêtements internes élastomères ou thermoplastiques, ceux-ci doivent être en caoutchouc (y compris caoutchouc régénéré et/ou non vulcanisé) ou en mélange thermoplastique et doivent être imperméables. Lorsqu'une gaine non métallique est appliquée directement sur le revêtement interne ou les bourrages, elle peut (au choix du fabricant) remplacer partiellement ou complètement le revêtement interne ou les bourrages.

Lorsqu'un câble doit présenter une «étanchéité longitudinale» les vides entre les conducteurs et la gaine ainsi que les interstices 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 à l'essai d'étanchéité spécifié au paragraphe 10.10.

6.2 Epaisseur du revêtement interne

Les épaisseurs approximatives du revêtement interne extrudé ou rubané éventuel sont spécifiées dans la norme correspondante du câble.

7. Revêtement protecteur

7.1 Éléments constitutifs des revêtements protecteurs

Le revêtement protecteur de tout câble comprend un ou plusieurs «éléments constitutifs» qui doivent être précisés dans la norme correspondante du câble. La présente norme s'applique aux types suivants d'«éléments constitutifs»:

a) Éléments métalliques:

- 1) armure en tresses métalliques,
- 2) armure en fils métalliques,
- 3) armure en feuillards métalliques.

b) Éléments non métalliques:

- 1) gaine thermdurcissable ou thermoplastique,
- 2) tresse de fibre imprégnée,
- 3) matelas sous l'armure métallique,
- 4) peinture de l'armure métallique.

7.2 Armure en tresses métalliques

Le type normal d'armure en tresse métallique doit être réalisé avec des fils d'acier recouverts de zinc (galvanisés) répondant à l'essai de galvanisation du paragraphe 10.12 et de l'annexe J, fils de cuivre, cuivre étamé ou alliage de cuivre. Sur demande spéciale, la tresse peut être réalisée avec des fils d'alliage d'aluminium avec protection anticorrosive.

6. Inner covering, fillers and binder

6.1 *Material*

The inner covering, if any, may be extruded or lapped, as specified in the relevant standard of the cable.

The inner covering, fillers and binders, if any, shall be of non-hygroscopic suitable material, capable of withstanding the temperature arising when the conductors are operating at their maximum rated temperature, and compatible with the insulating material.

An open helix of suitable tape is permitted as a binder before application of an extruded inner covering. The thickness of the binder tape shall be optional.

When rubberlike or plastic inner coverings or fillers are specified, they should consist of rubber (including regenerated and/or non-vulcanized rubber) or plastic compounds, and shall be resistant to moisture. When a non-metallic sheath is applied directly over the inner covering or the fillers, it may (at manufacturer's option) substitute partially or totally for the inner covering or fillers.

When a "watertight cable" is specified, the spaces among cores and sheath and the interstices in the conductor strands shall be filled so to obtain a continuous sealing all along the cable, which shall comply with the watertightness test specified in Sub-clause 10.10.

6.2 *Inner covering thickness*

The approximate thickness of the extruded or lapped inner coverings, if any, is specified in the relevant standard for the cable.

7. Protective covering

7.1 *Constituent elements of protective coverings*

The protective covering of any cable consists of one or more "constituent elements" which shall be specified by the relevant standard for the cable. The following types of "constituent elements" are considered in this standard:

a) *Metallic elements:*

- 1) metal braid armour,
- 2) metal wire armour,
- 3) metal tape armour.

b) *Non-metallic elements:*

- 1) thermosetting or thermoplastic sheath,
- 2) impregnated fibrous braid,
- 3) bedding for metal armour,
- 4) paint for metal armour.

7.2 *Metal braid armour*

The standard type of braid armour shall be made of zinc-coated (galvanized) steel wires complying with the galvanizing test specified in Sub-clause 10.12 and Appendix J, or copper, tinned copper or copper-alloy wires. On special request, the braid may be formed of aluminium-alloy wires with protection against corrosion.

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 à celui de la tresse et une épaisseur égale au diamètre nominal des fils qui constituent celle-là.

Le diamètre sous la tresse est calculé par la méthode du calcul fictif indiquée dans les annexes A et B (méthode d'essai, voir paragraphe 10.6, point b)).

Note. – Une méthode en variante pour évaluer la «densité de recouvrement» est indiquée dans la formule suivante, indiquant le «facteur de remplissage» F en valeurs réduites à l'unité :

$$F = \frac{NPd}{\sin \alpha}$$

où :

α = angle d'inclinaison entre l'axe du câble et les fils de la tresse.

d = diamètre du fil de la tresse

N = nombre de fils par fuseau

P = nombre de croisements par millimètre

La «densité de recouvrement» correspondante, exprimée comme pourcentage, est donnée par la formule :

$$G = \frac{\pi}{2} \cdot F \cdot 100$$

Pour obtenir la valeur minimale de G (90 %) la valeur minimale de F doit être :

0,573

7.3 Armure en fils métalliques

Le type normal d'armure en fils métalliques doit être réalisé avec des fils d'acier doux recouvert de zinc, dont l'allongement à la rupture est d'au moins 12 % ; ces fils doivent satisfaire aux essais de galvanisation spécifiés au paragraphe 10.12 et à l'annexe J.

Sur demande spéciale, les fils peuvent être en métal amagnétique plutôt qu'en acier.

Egalement sur demande spéciale, et si le diamètre sous armure est supérieur à 15 mm, on peut employer un fil méplat.

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 au câble terminé.

7.4 Armure en feuillets métalliques

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

Note. – Lorsqu'on emploie des alliages d'aluminium, on doit considérer le risque de corrosion.

L'armure doit, en général, être constituée par deux feuillets 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 feuillet et que la seconde couche s'applique avec un recouvrement sur cet intervalle.

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

The “coverage density” of the braid shall be such that the weight of the braid is at least 90% of the weight of a tube of the same metal, having an internal diameter equal to the calculated internal diameter under the braid and a thickness equal to the nominal diameter of the wires forming the braid.

The diameter under the braid is calculated with the fictitious method given in Appendices A and B. (Test method, see Sub-clause 10.6, Item *b*.)

Note. – An alternative method for evaluating the “coverage density” is given by the following formula giving the “filling factor”, F , in per unit:

$$F = \frac{N P d}{\sin \alpha}$$

where:

α = slope angle between the cable axis and the braid wires

d = diameter of braid wire

N = number of wires per carrier

P = number of picks per millimetre

The corresponding “coverage density”, expressed as a percentage, is given by the formula:

$$G = \frac{\pi}{2} \cdot F \cdot 100$$

To obtain the minimum value of G (90%) the minimum value of F should be:

$$0.573$$

7.3 Metal wire armour

The standard type of metal wire armour shall consist of zinc-coated mild steel wires having an elongation at break of at least 12% and complying with the galvanizing test specified in Sub-clause 10.12 and Appendix J.

On special request, wires may be of a non-magnetic material instead of steel.

Also on special request, and where the diameter under armour is greater than 15 mm, a flat wire armour may be used.

The wires should be applied over the bedding so as to form a uniform and substantially uninterrupted cylindrical layer and so as to ensure sufficient flexibility for the finished cable.

7.4 Metal tape armour

The standard type of metal tape armour shall 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.

Note. – The risk of corrosion shall be considered when using aluminium alloys.

The armour shall, 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 armour (for instance consisting of one tape) may be permitted, provided their mechanical characteristics are specified.

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

7.5 Dimensions des armures métalliques

Au sens de la présente norme, lorsque des diamètres de fils, épaisseurs de feuillard et autres dimensions analogues d'armure sont spécifiés, ils doivent s'entendre comme valeurs nominales, répondant au paragraphe 10.6.

7.6 Gaine non métallique

7.6.1 Matériau

La gaine doit être constituée d'un des mélanges de gainage énumérés dans la Publication 92-359 de la CEI. La qualité du matériau de gainage doit être conforme à la température de service du câble.

7.6.2 Epaisseur de la gaine

Les épaisseurs des gaines sont spécifiées dans la norme correspondante pour chaque type de câble. La valeur moyenne de l'épaisseur de la gaine ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée.

L'épaisseur, en un point quelconque, peut être inférieure à la valeur spécifiée mais ne doit pas être inférieure à 85 % de l'épaisseur nominale spécifiée de plus de 0,1 mm pour gaines appliquées sur une surface cylindrique lisse, ou inférieure à 80 % de l'épaisseur nominale spécifiée de plus de 0,2 mm pour gaines appliquées sur une surface cylindrique irrégulière.

7.7 Tresse textile imprégnée

Si son emploi est autorisé, la tresse textile doit être en coton, en chanvre, en soie de verre ou en toute autre fibre textile ou synthétique équivalente.

Elle doit être efficacement imprégnée avec un mélange résistant à l'humidité et n'exerçant pas d'action nocive sur les différents matériaux qui constituent le câble.

7.8 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 sous-jacents. 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.

Les rubans synthétiques (par exemple rubans de PVC) ne nécessitent pas de revêtement.

Lorsqu'on utilise des boudins de matière fibreuse (par exemple de jute 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.

Lorsqu'une tresse textile est utilisée comme matelas, elle doit être conforme au paragraphe 7.7.

Quand une gaine non métallique est utilisée comme matelas, elle doit être conforme au paragraphe 7.6.

L'épaisseur correspondante doit être considérée comme valeur approximative.

For cables whose diameters under the bedding is less than 10 mm the use of a metal tape armour is not recommended.

7.5 *Dimensions of the metal armours*

For the purposes of this standard, when wire diameters, tape thicknesses and other similar armouring dimensions are specified, they shall be understood as nominal values, complying with Sub-clause 10.6.

7.6 *Non-metallic sheath*

7.6.1 *Material*

The sheath shall consist of one of the sheathing compounds considered in IEC Publication 92-359. The quality of the sheathing material shall be suitable for the operating temperature of the cable.

7.6.2 *Thickness of sheath*

The thicknesses of the sheaths are specified in the relevant standard for each type of cable. The average value of the sheath thickness shall be not less than the specified value.

The thicknesses at any point may be less than the specified value but shall not fall below 85% of the specified nominal thickness by more than 0.1 mm for sheaths applied on a smooth cylindrical surface, or below 80% of the specified nominal thickness by more than 0.2 mm for sheaths applied on an irregular cylindrical surface.

7.7 *Impregnated textile braid*

The textile braid, if permitted, shall be of cotton, hemp, glass, or synthetic or other equivalent textile fibre.

It shall be effectively impregnated with a compound which is resistant to moisture and free from deleterious action upon the various materials constituting the cable.

7.8 *Bedding for armour*

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

Synthetic tapes (for instance PVC tapes) do not need coating.

When fibrous rovings are used (for instance jute or glass rovings), they shall be wound in close spirals and be saturated and filled with a moisture-resistant compound.

When a fibrous braid is used as a bedding, it shall comply with Sub-clause 7.7.

When a non-metallic sheath is used as a bedding, it shall comply with Sub-clause 7.6.

The relevant thickness shall be considered as an approximate value.

7.9 *Enlèvement du revêtement de protection*

Il doit être possible d'enlever facilement:

- la gaine extérieure du revêtement métallique
- et
- le revêtement métallique du revêtement interne ou gaine intérieure.

SECTION TROIS – PRESCRIPTIONS D'ESSAI

8. Conditions d'essai

8.1 *Température ambiante*

Sauf spécification contraire précisée pour chaque essai particulier, les essais de tension doivent être effectués à une température ambiante de $20 \pm 15^\circ\text{C}$ et les autres essais à une température ambiante de $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

8.2 *Fréquence et forme d'onde des tensions d'essai à fréquence industrielle*

La fréquence des tensions d'essai alternatives doit être comprise entre 49 Hz et 61 Hz. La forme d'onde de ces tensions doit être pratiquement sinusoïdale. Les valeurs indiquées sont des valeurs efficaces.

9. Essais individuels

9.1 *Généralités*

Les essais individuels prescrits par cette norme sont:

- a) mesure de la résistance électrique des conducteurs (voir paragraphe 9.2);
- b) essai à haute tension (voir paragraphe 9.3);
- c) essai de la résistance d'isolement (voir paragraphe 9.4).

Les essais individuels sont normalement effectués sur toutes les longueurs de câble terminé, mais le nombre de longueurs peut être réduit par accord entre fabricant, acheteur et, si impliqué, organisme d'approbation (en faisant référence, par exemple, aux résultats du contrôle de qualité).

Les essais individuels peuvent être effectués, au choix du fabricant, soit sur longueurs de livraison ou sur longueurs de fabrication avant de les couper en longueurs de livraison.

9.2 *Résistance électrique des âmes*

- a) Pour les câbles multiconducteurs, la mesure doit être effectuée sur toutes les âmes de chaque longueur de câble choisie pour les essais individuels.
- b) La longueur de câble complète, ou l'échantillon prélevé sur elle, est placée dans le local d'essai maintenu à une température sensiblement constante pendant au moins 12 h avant l'essai. S'il est douteux que la température de l'âme soit égale à celle du local, la résistance sera mesurée

7.9 *Removal of the protective coverings*

It shall be possible to remove easily:

- the outer sheath from the metallic covering
- and
- the metallic covering from the inner covering or the inner sheath.

SECTION THREE – TEST REQUIREMENTS

8. Test conditions

8.1 *Ambient temperature*

Unless otherwise specified in the details for a particular test, voltage tests shall be made at an ambient temperature of $20 \pm 15^\circ\text{C}$ and other tests at an ambient temperature of $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

8.2 *Frequency and waveform of power frequency test voltages*

The frequency of the alternating test voltages shall be in the range 49 Hz to 61 Hz. The waveform shall be substantially sinusoidal. The values quoted are r.m.s. values.

9. Routine tests

9.1 *General*

The routine tests required by this standard are:

- a) measurement of the electrical resistance of conductors (see Sub-clause 9.2);
- b) high-voltage test (see Sub-clause 9.3);
- c) insulation resistance test (see Sub-clause 9.4).

The routine tests shall normally be carried out on all finished cable lengths, but the number of lengths may be reduced by agreement between the purchaser, the manufacturer and, when involved, the approval organization (making reference, for instance, to the results of quality control procedures).

The routine tests may be carried out, at the manufacturer's option, either on delivery lengths or on manufacturing lengths before they are cut into delivery lengths.

9.2 *Electrical resistance of conductors*

- a) For multicore cables, measurements shall be made on all conductors of each cable length selected for the routine test.
- b) The completed cable length, or a sample therefrom, shall be in the test room, which shall be maintained at a reasonably constant temperature for at least 12 h before the test. If it is doubtful whether the conductor temperature is the same as the room temperature, the resis-

après un séjour de 24 h dans le local d'essai. La résistance peut également être mesurée sur un échantillon d'âme conditionné pendant au moins 1 h dans un bain à température régulée.

La résistance mesurée doit être ramenée à la résistance de 1 km de câble à une température de 20°C au moyen des formules et facteurs indiqués à l'article 6 de la Publication 228 de la C E I.

- c) La résistance de chaque âme en courant continu à 20°C ne doit pas être supérieure à la valeur correspondante maximale indiquée dans la Publication 228 de la C E I.

9.3 Essai à haute tension

- a) Cet essai doit être fait à la température ambiante sous une tension alternative à fréquence industrielle ou sous une tension continue ou, pour l'essai au défilement, sous une tension à haute fréquence ou autre forme de tension, au choix du fabricant.
- b) Les câbles monoconducteurs sans revêtement métallique doivent être immergés dans l'eau à température ambiante au moins 1 h et ensuite la tension d'essai doit être appliquée pendant 5 min entre l'âme conductrice et l'eau.

En variante, pour les câbles monoconducteurs sans gaine, au choix du fabricant, un essai au défilement doit être effectué sur le câble. L'appareillage d'essai doit détecter dans l'enveloppe isolante une perforation ayant un diamètre égal ou supérieur à la moitié de l'épaisseur spécifiée de l'enveloppe. Le temps de récupération du détecteur ne doit pas être supérieur à 1 s. La grandeur et la présence de la tension doivent être telles qu'avec le système d'électrodes employé et à la vitesse employée pour le passage du câble à travers le détecteur, les prescriptions d'essai soient effectivement satisfaites. La méthode de référence à employer pour établir l'efficacité du détecteur est donnée dans l'annexe D.

- c) Pour les câbles multiconducteurs et monoconducteurs avec revêtement métallique, la tension d'essai doit être appliquée pendant 5 min successivement entre chaque conducteur isolé et tous les autres reliés à la terre et au revêtement métallique, s'il en existe un. Les âmes conductrices peuvent être convenablement reliées, pendant les applications successives de la tension d'essai pour limiter le temps total d'essai, pourvu que la séquence des connexions assure que la tension est appliquée au moins 5 min sans interruption entre l'âme et toute autre âme et entre chaque âme et le revêtement métallique éventuel.
- d) Sauf indication contraire dans la norme correspondante du câble, les valeurs de la tension d'essai pour les tensions normales nominales sont indiquées dans le tableau ci-après:

Tension nominale du câble U_0/U (kV)	Tension d'essai pendant 5 min	
	Courant alternatif (kV)	Courant continu (kV)
Jusqu'à et compris 0,15/0,25	1,5	3,6
0,6/1,0	3,5	8,4

- e) La tension d'essai doit être portée graduellement jusqu'à la valeur spécifiée et il ne doit pas se produire de perforation de l'enveloppe isolante.

9.4 Mesure de la résistance d'isolement

- a) La résistance d'isolement doit être mesurée à la température ambiante sous une tension de courant continu comprise entre 80 V et 500 V après que l'essai à haute tension a été effectué.

tance shall be measured after the cable has been in the test room for 24 h. Alternatively, the resistance shall be measured on a sample of conductor conditioned for at least 1 h in a temperature-controlled bath.

The measured value of resistance shall be corrected to a temperature of 20 °C and 1 km length in accordance with the formulae and factors given in Clause 6 of IEC Publication 228.

- c) The d.c. resistance of each conductor at 20 °C shall not exceed the appropriate maximum value specified in IEC Publication 228.

9.3 High-voltage test

- a) The high-voltage test shall be made at ambient temperature using, at the manufacturer's option, alternating voltage at power frequency, direct voltage or, for spark testing, high-frequency or other forms of voltage.
- b) Single core cables without metallic covering shall be immersed in water at room temperature for 1 h and the test voltage then applied for 5 min between the conductor and the water.

Alternatively for single-core cables without sheath, at manufacturer's option, a spark test shall be carried out on the cable. The spark test equipment shall detect a puncture in the insulation having a diameter equal to or greater than half of the specified insulation thickness. The recovery time of the spark tester shall be not greater than 1 s. The magnitude and the presence of the voltage shall be such that with the electrode system employed and at the speed employed for the passage of the cable through the spark tester, the test requirements are effectively met. The reference method to be used to establish the efficacy of the spark testing equipment is given in Appendix D.

- c) For multicore cables and single-core cables with metallic covering, the test voltage shall be applied for 5 min in succession between each insulated conductor and all the other ones connected to earth and to the metallic covering, if any. The conductors may be suitably connected for successive applications of the test voltage to limit the total testing time, provided that the sequence of connections ensures that the voltage is applied for at least 5 min without interruption between each conductor and other conductor and between each conductor and the metallic covering, if any.
- d) Unless otherwise stated in the relevant standard for the cable, the values of the test voltage for the standard rated voltages are given in the following table:

Rated voltage of cable U_0/U (kV)	Test voltage for 5 min	
	Alternating current (a.c.) (kV)	Direct current (d.c.) (kV)
Up to and including 0.15/0.25	1.5	3.6
0.6/1.0	3.5	8.4

- e) The test voltage shall be increased gradually to the specified value and no breakdown of the insulation shall occur.

9.4 Measurement of insulation resistance

- a) The insulation resistance shall be measured at ambient temperature using a d.c. voltage of 80 V to 500 V, after the high-voltage test has been carried out.

- b) La mesure doit être, en général, effectuée 1 min après l'application de la tension. Dans quelques cas, toutefois, afin que l'on obtienne une condition effectivement stationnaire, le temps d'application peut être prolongé jusqu'à un maximum de 5 min.
- c) Le procédé de connexion pour effectuer l'essai sur différents types de câble doit être le suivant:
- pour les câbles monoconducteurs avec revêtement métallique, la mesure de la résistance d'isolement doit être faite entre l'âme conductrice et le revêtement métallique;
 - pour les câbles monoconducteurs sans revêtement métallique, la mesure de la résistance d'isolement doit être faite entre l'âme conductrice et l'eau dans laquelle le câble doit être immergé 1 h au moins avant l'exécution de l'essai;
 - pour les câbles comportant de deux à cinq conducteurs, avec ou sans revêtement métallique, la mesure de la résistance d'isolement doit être faite successivement entre chaque âme conductrice et toutes les autres réunies ensemble et au revêtement métallique s'il en existe un;
 - pour les câbles à plus de cinq conducteurs, la mesure de la résistance d'isolement doit être effectuée: d'abord entre toutes les âmes impaires de toutes les couches et toutes les âmes paires de toutes les couches; puis entre toutes les âmes des couches paires et toutes les âmes des couches impaires et enfin, si nécessaire, entre la première et la dernière âme de chaque couche comportant un nombre impair d'âmes.
- d) Les valeurs de mesure de la résistance d'isolement doivent être ramenées à la température de référence de 20°C en utilisant une formule de correction de température appropriée, basée sur les résultats expérimentaux obtenus avec la matière isolante concernée.
- e) La constante K_i de la résistance d'isolement doit être calculée en utilisant la formule suivante:

$$K_i = \frac{IR \times 10^{-9}}{\log_{10} \frac{D}{d}} \quad (\text{M}\Omega \cdot \text{km})$$

où:

R = résistance d'isolement mesurée, en ohms, ramenée à 20°C.

l = longueur du câble, en mètres

D = diamètre extérieur d'isolement, en millimètres

d = diamètre intérieur d'isolement, en millimètres

La valeur calculée de K_i ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée, pour le matériau d'isolement correspondant, dans le tableau II de la Publication 92-351 de la CEI.

Note. — Pour les conducteurs à âme sectorale, le rapport D/d est le rapport du périmètre de l'enveloppe isolante à celui de l'âme.

10. Essais spéciaux

10.1 Généralités

Les essais spéciaux prescrits par cette norme sont les suivants:

- a) examen de l'âme du conducteur (voir paragraphe 10.3);
- b) vérifications dimensionnelles (voir paragraphes 10.4 à 10.7);

- b) The measurement shall in general be effected 1 min after application of the voltage. In certain cases, however, in order to reach a substantial steady-state condition, the time of application may be prolonged up to a maximum of 5 min.
- c) The connection procedure in carrying out the test on different types of cables shall be as follows:
- For single-core cables with metallic covering, the insulation resistance measurement shall be performed between the conductor and the metallic covering;
 - For single-core cables without metallic covering, the insulation resistance measurement shall be performed between the conductor and the water in which the cable shall be immersed at least 1 h before the test;
 - For cables having two to five conductors, with or without metallic covering, the insulation resistance measurement shall be performed in turn between each conductor and all other conductors connected together and to the metallic covering, if any;
 - For cables having more than five conductors, the insulation resistance measurement test shall be performed: 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.
- d) The measurement values of the insulation resistance shall be corrected to the reference temperature of 20°C by using an appropriate temperature correction factor based on experimental results obtained on the insulation material concerned.
- e) The insulation resistance constant K_i shall be calculated using the formula:

$$K_i = \frac{lR \times 10^{-9}}{\log_{10} \frac{D}{d}} \quad (\text{M}\Omega \cdot \text{km})$$

where:

R = measured insulation resistance, in ohms, corrected to 20°C

l = length of the cable, in metres

D = outer diameter of the insulation, in millimetres

d = inner diameter of the insulation, in millimetres

The calculated value of K_i shall be not less than the value specified for the relevant insulating material in Table II of IEC Publication 92-351.

Note. — For the core of shaped conductors, the ratio D/d is the ratio of the perimeter over the insulation to the perimeter over the conductors.

10. Special tests

10.1 General

The special tests required by this standard are:

- a) conductor examination (see Sub-clause 10.3);
- b) check of dimensions (see Sub-clauses 10.4 to 10.7);

- c) essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes EPR et XLPE et les gaines SE 1 de l'EPR ou du XLPE (voir paragraphe 10.8);
- d) essai à basse température du PVC (voir paragraphe 10.9);
- e) essai d'étanchéité longitudinale (voir paragraphe 10.10);
- f) essai du revêtement métallique des fils de cuivre (voir paragraphe 10.11);
- g) essai de galvanisation (voir paragraphe 10.12)

10.2 Fréquence des essais spéciaux

a) Examen de l'âme du conducteur et vérification dimensionnelle

Si l'acheteur le demande, l'examen de l'âme du conducteur, les mesures d'épaisseurs d'isolation et de gaines et les mesures de diamètres extérieurs doivent être effectués sur une longueur de chaque série de fabrication du même type et de même dimension de câble, le nombre de longueurs étant toutefois limité à 10% du nombre total des longueurs stipulées dans toute commande.

b) Essais électriques et physiques

Les essais spécifiés sont effectués, par accord entre fabricant et acheteur, sur des échantillons prélevés sur les câbles fabriqués pour la fourniture sur les bases suivantes, à condition que la longueur totale de la fourniture dépasse 2 km pour les câbles multiconducteurs ou 4 km pour les câbles monoconducteurs.

Longueur de câble				Nombre d'échantillons
Câbles multiconducteurs		Câbles monoconducteurs		
Supérieure à (km)	Inférieure ou égale à (km)	Supérieure à (km)	Inférieure ou égale à (km)	
2	10	4	20	1
10	20	20	40	2
20	30	40	60	3
etc.		etc.		etc.

10.3 Examen de l'âme du conducteur

On vérifie, par examen ou par mesure, lorsque cela est possible, que l'âme répond aux prescriptions de la Publication 228 de la CEI.

10.4 Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes

a) Échantillonnage

Chaque longueur de câble choisie pour l'essai est représentée par deux morceaux de câble prélevés aux deux extrémités après élimination éventuelle des parties endommagées.

Pour les câbles ayant plus de trois conducteurs de sections nominales égales, le nombre de conducteurs sur lesquels les mesures sont effectuées doit être limité au chiffre le plus élevé de trois ou de 10% des conducteurs.

Si l'épaisseur moyenne ou la plus petite valeur mesurée sur l'un ou l'autre des deux échantillons ne répond pas aux prescriptions du point c) du paragraphe 10.4, deux nouveaux échantillons sont prélevés. Si ces deux échantillons supplémentaires répondent aux prescriptions, le câble est réputé bon; mais si l'un des échantillons n'est pas conforme aux prescriptions, le câble est considéré comme non satisfaisant.

- c) hot set test for EPR and XLPE insulation and for SE 1 sheath (see Sub-clause 10.8);
- d) test at low temperature for PVC (see Sub-clause 10.9);
- e) water tightness test (see Sub-clause 10.10);
- f) test of the metal coating of copper wires (see Sub-clause 10.11);
- g) galvanizing test (see Sub-clause 10.12).

10.2 Frequency of special tests

a) Conductor examination and check of dimensions

Conductor examination, measurement of the thickness of insulation and sheath and measurement of the overall diameter, if required by the purchaser, shall be made on one length from each manufacturing-series of the same type and size of cable, but shall be limited to not more than 10% of the number of lengths in any one contract.

b) Electrical and physical tests

By agreement between the purchaser and manufacturer, the test specified shall be made on samples taken from cables manufactured for the contract, provided that the total length in the contract exceeds 2 km of multicore cables or 4 km of single-core cables, on the following basis:

Cable length				Number of samples
Multicore cables		Single-core cables		
Above (km)	Up to and including (km)	Above (km)	Up to and including (km)	
2	10	4	20	1
10	20	20	40	2
20	30	40	60	3
etc.		etc.		etc.

10.3 Conductor examination

Compliance with the requirements of IEC Publication 228 for conductor construction shall be checked by inspection and by measurement when practicable.

10.4 Measurement of thickness of insulation

a) Sampling

Each cable length selected for the test shall be represented by two pieces of cable, one taken from each end, any portion which may have suffered damage being discarded.

For cables having more than three cores of equal nominal cross-section, the number of cores on which the measurements are made shall be limited to either three cores or 10% of the cores, whichever figure is the larger.

If the average thickness measured or the lowest value measured on either of the two pieces, fails to meet the requirements specified in Item c) of Sub-clause 10.4, two further pieces shall be checked. If both of these further pieces meet the specified requirements, the cable is deemed to comply, but if one of them does not meet the requirements, the cable is deemed not to comply.

b) Mode opératoire

Le mode opératoire est celui qui est décrit dans l'article 8 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

c) Prescriptions

Pour chaque morceau de conducteur, la valeur moyenne, qui doit être arrondie à 0,1 mm près (voir annexe B), ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée et la plus petite valeur ne doit pas être inférieure à 90% de l'épaisseur nominale spécifiée de plus de 0,1 mm.

10.5 *Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques (revêtements internes non compris)*

a) Echantillonnage

Chaque longueur de câble choisie pour l'essai est représentée par deux morceaux de câble prélevés aux deux extrémités après élimination éventuelle des parties endommagées.

Si l'épaisseur moyenne ou la plus petite valeur mesurée sur l'un ou l'autre des deux échantillons ne répond pas aux prescriptions du point c) du paragraphe 10.5, deux nouveaux échantillons sont prélevés. Si ces deux échantillons supplémentaires répondent aux prescriptions, le câble est réputé bon; mais si l'un des échantillons n'est pas conforme aux prescriptions, le câble est considéré comme non satisfaisant.

b) Mode opératoire

Le mode opératoire est celui qui est décrit dans l'article 8 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

c) Prescriptions

Chaque échantillon de gaine doit satisfaire aux prescriptions suivantes:

- Pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique lisse (par exemple sur un revêtement interne, une gaine métallique ou l'enveloppe isolante d'un câble monoconducteur):
 - la moyenne des valeurs mesurées, arrondie à 0,1 mm (voir annexe B), ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée;
 - la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 85% de l'épaisseur nominale spécifiée de plus de 0,1 mm.
- Pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique irrégulière (par exemple une gaine incorporant le revêtement interne et formant bourrage ou une gaine appliquée directement sur une armure à fils ou rubans), la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 80% de l'épaisseur nominale spécifiée de plus de 0,2 mm.

10.6 *Dimensions des armures*

a) Un certain nombre de mesures doit être effectué à l'aide d'un micromètre sur quelques échantillons pris au hasard, afin de vérifier que les diamètres du fil métallique et les épaisseurs de ruban métallique répondent aux valeurs nominales.

La conformité aux prescriptions doit être entendue comme suit: toutes les valeurs individuelles mesurées ne doivent pas être inférieures à 90% de la valeur nominale moins 0,03 mm ni supérieures à 110% de la valeur moyenne plus 0,03 mm.

b) L'examen de la densité de recouvrement d'une armure en tresses métalliques doit être effectué en pesant un échantillon de tresse longue d'au moins 25 cm; le poids ne doit pas être inférieur à 90% du poids calculé d'un tube équivalent, comme spécifié au paragraphe 7.2. De façon alternative, le facteur de remplissage ne doit pas être inférieur à 0,573 (voir note au paragraphe 7.2).

b) Procedure

The test procedure shall be in accordance with Clause 8 of IEC Publication 811-1-1.

c) Requirements

For each piece of core, the average values, which shall be rounded off to the nearest 0.1 mm (see Appendix B), shall be not less than the specified nominal thickness, and the smallest value shall not fall below 90% of the specified nominal thickness by more than 0.1 mm.

10.5 *Measurements of thickness of non-metallic sheaths (excluding inner coverings)*

a) Sampling

Each cable length selected for the test shall be represented by two pieces of cable, one taken from each end, any portion which may have suffered damage having been discarded.

If the average thickness measured or the lowest value measured on either of the two pieces fails to meet the requirements specified in Item c) of Sub-clause 10.5, two further pieces shall be checked. If both of these further pieces meet the specified requirements, the cable is deemed to comply, but if one of them does not meet the requirements, the cable is deemed not to comply.

b) Procedure

The test procedure shall be in accordance with Clause 8 of IEC Publication 811-1-1.

c) Requirements

Each piece of sheath shall comply with the following:

- For a sheath applied on a smooth cylindrical surface (e.g. on an inner covering or the insulation of a single core):
 - the average, which shall be rounded off to the nearest 0.1 mm (see Appendix B), of the measured values shall be not less than the specified nominal thickness;
 - the smallest value shall not fall below 85% of the specified nominal thickness by more than 0.1 mm.
- For a sheath applied on an irregular cylindrical surface (e.g. a penetrating sheath embodying an inner covering or a sheath applied directly over a tape or wire armour), the smallest measured value shall not fall below 80% of the specified nominal thickness by more than 0.2 mm.

10.6 *Dimensions of armourings*

- 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.

Compliance should be understood as follows: All individual measured values to be not smaller than 90% of the nominal value minus 0.03 mm, and not greater than 110% of the average value plus 0.03 mm.

- b)* Checking of the coverage density of a metal braid armour should be carried out by weighing a braid specimen at least 25 cm long; the weight should be not less than 90% of the calculated weight of an equivalent tube as specified under Sub-clause 7.2. Alternatively, the filling factor shall be not less than 0.573 (see note to Sub-clause 7.2).

10.7 Mesure des diamètres extérieurs

Si la mesure du diamètre extérieur du câble est exigée à titre d'essai spécial, elle doit être effectuée conformément à l'article 8 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

10.8 Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes EPR et XLPE et les gaines SE 1

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 9 de la Publication 811-2-1 de la CEI en prenant pour valeurs d'essai celles qui sont données dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la CEI pour l'enveloppe isolante, ou dans le tableau II de la Publication 92-359.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la CEI.

10.9 Essai de tenue des enveloppes isolantes et des gaines en PVC à basse température

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 8 de la Publication 811-1-4 de la CEI, avec les températures d'essai spécifiées dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la CEI pour l'enveloppe isolante, ou dans le tableau III de la Publication 92-359 de la CEI pour la gaine.

b) Prescriptions

Les résultats de l'essai doivent satisfaire aux prescriptions indiquées à l'article 8 de la Publication 811-1-4 de la CEI.

10.10 Essai d'étanchéité longitudinale

Lorsqu'un câble est spécifié comme devant être «étanche», cet essai doit être effectué par la méthode et les prescriptions indiquées dans les points suivants.

a) Généralités

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

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

où:

N = le nombre de conducteurs du câble, et

A = la section réelle de chaque âme, en mm²

Dans tous les cas, le volume perdu ne doit pas être supérieur à 2000 cm³.

b) Echantillonnage

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

c) Appareil d'essai

Une petite cuve à eau, équipée de 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

10.7 *Measurement of external diameter*

If the measurement of the external diameter of the cable is required as a special test, it shall be carried out in accordance with Clause 8 of IEC Publication 811-1-1.

10.8 *Hot set test for EPR and XLPE insulation and for SE 1 sheath*

a) Procedure

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with Clause 9 of the IEC Publication 811-2-1 employing the conditions given in Table IV of IEC Publication 92-351 for insulation, and in Table II of IEC Publication 92-359.

b) Requirements

The test results shall comply with the requirements given in Table IV of IEC Publication 92-351.

10.9 *Test for the behaviour of PVC insulation and sheath at low temperature*

a) Procedure

The sampling and test procedure shall be in accordance with Clause 8 of IEC Publication 811-1-4 employing the test temperature specified in Table IV of IEC Publication 92-351 for the insulation, or in Table III of IEC Publication 92-359 for the sheath.

b) Requirements

The test results shall comply with the requirements given in Clause 8 of IEC Publication 811-1-4.

10.10 *Watertightness test*

When a cable is required to be "watertight" this test should be carried out with the method and requirements given in the following items.

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 Items *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 = the number of conductors in the cable, and

A = the cross-section of each conductor in mm²

In any case, the lost volume should be not more than 2000 cm³.

b) Specimens

The specimen should be a piece of finished cable, 1.5 m long, which has not been subjected to prior flexing, heating or any other test. The metal armour may be removed from the ends, without disturbing the cable, to facilitate the making of a watertight gland.

c) Apparatus

A small water tank fitted with watertight stuffing tubes should be connected with a device permitting the application of a controlled pressure, which is measured by a gauge, and with a device permitting the detection of leakages, if any. The fittings used for securing specimens to

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 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 0,1 MPa en 1 min environ. La pression est maintenue à cette valeur pendant 3 h. La quantité d'eau provenant, soit de l'autre extrémité de l'échantillon, soit de la surface de celui-ci, est recueillie et mesurée.

10.11 Essai du revêtement métallique des fils de cuivre

Le revêtement métallique doit être considéré comme satisfaisant si, par un examen à vue (voir paragraphe 10.3), la surface du fil est lisse et uniforme et l'isolement n'adhère pas au conducteur.

Si l'on demande un essai chimique, celui-ci doit être effectué par la méthode et les prescriptions spécifiées dans l'annexe H (méthode colorimétrique).

10.12 Essai de galvanisation

Lorsqu'il est prescrit un essai de galvanisation afin d'éprouver la résistance des fils d'acier à la rouille, l'essai d'immersion spécifié dans l'annexe J doit être fait sur des morceaux de fils prélevés sur l'échantillon de câble. Si une peinture (voir paragraphe 7.1, point b)4) est appliquée sur l'armure, cet essai doit être fait sur des échantillons de fils avant leur mise en place sur le câble.

11. Essais électriques de type

11.1 Généralités

Les essais de type demandés par cette norme, et qui doivent être effectués sur des échantillons de câble complet mesurant de 10 m à 15 m de longueur, sont les suivants:

- a) mesure de la résistance d'isolement à la température ambiante (voir paragraphe 11.2.1);
- b) mesure de la résistance d'isolement à la température de service (voir paragraphe 11.2.2);
- c) augmentation de la capacité en courant alternatif après immersion dans l'eau (voir paragraphe 11.3);
- d) essai à haute tension de 4 h (voir paragraphe 11.4).

11.2 Mesure de la résistance d'isolement

11.2.1 Mesures à la température ambiante

a) Généralités

Cet essai doit être effectué sur la longueur de l'échantillon avant tout autre essai électrique. Tous les revêtements externes sont séparés du câble et les conducteurs doivent être immergés dans l'eau à la température ambiante, 1 h au moins avant l'exécution de l'essai. La mesure doit être faite entre les âmes conductrices et l'eau. Si nécessaire, la mesure peut être confirmée à $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

La tension d'essai continue doit être comprise entre 80 V et 500 V et être appliquée pendant une durée non inférieure à 1 min et non supérieure à 5 min.

the tank should neither constrict nor widen the ends of the said specimens and should not give rise to leakage.

d) Procedure

One end of each specimen should be secured to the tank, then the water pressure raised in about 1 min to 0.1 MPa and maintained at this value for 3 h. Any water coming from the other end or from the surface of the specimen should be gathered and measured.

10.11 *Test of the metal coating of copper wires*

The metal coating should be considered satisfactory if, on visual inspection (see Sub-clause 10.3), the wire surface appears smooth and uniform and the insulation is not adherent to the conductor.

If a chemical test is required, it should be carried out with the method and requirements specified in Appendix H (colorimetric method).

10.12 *Galvanizing test*

When a galvanizing test is required for checking the resistance of steel wires against rusting, the immersion test specified in Appendix J should be carried out on wire specimens taken from the cable sample. If paint (see Sub-clause 7.1, Item b)4) is applied on the armour, this test should be made on specimens taken from wires prior to their application on the cable.

11. **Type tests, electrical**

11.1 *General*

The type tests required by this standard, and to be applied on samples of completed cable, 10 m to 15 m long, are the following:

- a) insulation resistance measurement at room temperature (see Sub-clause 11.2.1);
- b) insulation resistance measurement at operating temperature (see Sub-clause 11.2.2);
- c) increase of the a.c. capacity after immersion in water (see Sub-clause 11.3);
- d) high-voltage test for 4 h (see Sub-clause 11.4).

11.2 *Insulation resistance measurement*

11.2.1 *Measurement at room temperature*

a) *General*

This test shall be made on the sample length before any other electrical test.

All outer coverings shall be removed and the cores shall be immersed in water at room temperature at least 1 h before the test. The measurement shall be made between conductor and water.

If requested, measurement may be confirmed at $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

The d.c. test voltage shall be 80 V to 500 V and shall be applied for not less than 1 min and not more than 5 min.

b) Calculs

La «constante de résistance d'isolement K_i » doit être calculée par la formule suivante:

$$K_i = \frac{l \cdot R \times 10^{-9}}{\log_{10} \frac{D}{d}} = 10^{-9} \times 0,367 \rho \cdot M\Omega \cdot km$$

On peut aussi calculer la résistivité transversale en partant de la valeur mesurée de la résistance d'isolement, par la formule suivante:

$$\rho = \frac{2 \pi l R}{l_n \frac{D}{d}}$$

où:

R = résistance d'isolement mesurée, en ohms

l = longueur de câble, en mètres

D = diamètre extérieur de l'enveloppe isolante, en millimètres

d = diamètre intérieur de l'enveloppe isolante, en millimètres

c) Prescriptions

Les valeurs calculées à partir des mesures effectuées ne doivent pas être inférieures à celles qui sont indiquées dans le tableau II de la Publication 92-351 de la CEI.

Note. — Pour les conducteurs à âme sectoriale, le rapport D/d est le rapport du périmètre de l'enveloppe isolante à celui de l'âme.

11.2.2 Mesure à la température assignée maximale

a) Après avoir retiré tous les revêtements externes du câble, les conducteurs sont immergés dans l'eau qui doit être chauffée à la température spécifiée pendant au moins 1 h avant l'essai.

La tension d'essai continue doit être comprise entre 80 V et 500 V et être appliquée pendant une durée non inférieure à 1 min et non supérieure à 5 min.

b) Calculs

La constante de résistance d'isolement et/ou la résistivité transversale doivent être calculées à partir de la résistance d'isolement par les formules données au point *b)* du paragraphe 11.2.1.

c) Prescriptions

Les valeurs calculées à partir des mesures effectuées ne doivent pas être inférieures à celles qui sont indiquées dans le tableau II de la Publication 92-351 de la CEI.

11.3 Augmentation de la capacité en courant alternatif après immersion dans l'eau

Si demandé par l'acheteur et accepté par le fabricant, l'essai d'absorption d'eau doit être effectué selon la méthode suivante:

a) Préparation des échantillons

Chaque échantillon doit être constitué par un morceau de conducteur d'environ 4,50 m dans lequel tout revêtement doit être enlevé (ruban de vulcanisation compris, s'il existe).

b) *Calculations*

The “insulation resistance constant K_i ” shall be calculated from the formula:

$$K_i = \frac{l \cdot R \times 10^{-9}}{\log_{10} \frac{D}{d}} = 10^{-9} \times 0.367 \rho \cdot M\Omega \cdot km$$

Volume resistivity may also be calculated from the measured insulation resistance by the following formula:

$$\rho = \frac{2 \pi l R}{l_n \frac{D}{d}}$$

where:

R = measured insulation resistance in ohms

l = length of the cable in metres

D = outer diameter of the insulation in millimetres

d = inner diameter of the insulation in millimetres

c) *Requirements*

The values calculated from the measurement shall be not less than those specified in Table II of IEC Publication 92-351.

Note. — For the core of shaped conductors, the ratio D/d is the ratio of the perimeter over the insulation to the perimeter over the conductors.

11.2.2 *Measurement at maximum rated temperature*

- a) The cores of the cable sample with all outer coverings removed shall be immersed in water which shall be heated at the specified temperature for at least 1 h before test.

The d.c. test voltage shall be 80 V to 500 V and shall be applied for not less than 1 min and not more than 5 min.

b) *Calculations*

The insulation resistance constant and/or the volume resistivity shall be calculated from the insulation resistance by the formulae given in Item b) of Sub-clause 11.2.1.

c) *Requirements*

The values calculated from the measurements shall be not less than those specified in Table II of IEC Publication 92-351.

11.3 *Increase in a.c. capacitance after immersion in water*

When required by the purchaser and agreed by the manufacturer, the water absorption test shall be carried out in accordance with the following method:

a) *Preparation of test specimens*

Every test specimen shall consist of a core sample 4.50 m long in which any covering of the insulation (including vulcanization tape if any) has been removed.

b) Appareillage d'essai

On doit utiliser un bac à eau de façon que la partie centrale de l'échantillon soit immergée sur une longueur de 3 m tandis qu'à chaque extrémité une longueur de 0,75 m est maintenue au-dessus du niveau de l'eau.

L'eau doit être maintenue thermostatiquement à une température de $50 \pm 2^\circ\text{C}$.

Le niveau de l'eau doit être maintenu constant.

c) Mode opératoire

L'échantillon doit être d'abord séché pendant 24 h dans une étuve dont l'air est maintenu entre 70°C et 75°C .

Dès que l'échantillon est enlevé de l'étuve, il doit être immergé, comme indiqué ci-dessus, dans de l'eau du robinet préalablement chauffée à 50°C .

L'immersion doit être maintenue à cette température pendant 14 jours.

d) Mesures électriques

La capacité entre le conducteur et l'eau doit être mesurée sous une tension en courant alternatif à une fréquence de 800 Hz à 1000 Hz.

Ces mesures doivent être effectuées:

- à la fin du premier jour;
- à la fin du septième jour;
- à la fin du quatorzième jour;

en prenant toutes les précautions nécessaires pour garantir que la température et le niveau de l'eau soient les mêmes pour toutes les mesures.

e) Résultats à obtenir

Les capacités C_1 , C_7 et C_{14} ainsi obtenues doivent être conformes aux conditions suivantes:

$$C_{14} - C_1 \leq 0,15 C_1$$

$$C_{14} - C_7 \leq 0,05 C_7$$

11.4 Essai à haute tension de 4 h

Les âmes de l'échantillon de câble, avec tous les revêtements externes enlevés, doivent être immergées dans l'eau à la température ambiante pendant 1 h au moins.

Une tension à fréquence industrielle égale à trois fois la tension nominale U_0 doit être appliquée graduellement et maintenue pendant 4 h entre l'âme conductrice et l'eau. Il ne doit pas se produire de perforation de l'enveloppe isolante.

12. Essais de type non électriques

Le tableau I donne la liste des essais de type non électriques prescrits par cette norme, aussi bien pour les enveloppes isolantes que pour les gaines non métalliques.

12.1 Mesure des épaisseurs de l'enveloppe isolante

a) Echantillonnage

On prélève un échantillon en trois points séparés l'un de l'autre de 1 m au moins sur chaque conducteur isolé.

b) Apparatus

A water-tank shall be used such that the central portion of the test specimen is immersed over a length of 3 m whilst a length of 0.75 m is maintained above the water-level at each end.

The water shall be thermostatically maintained at a temperature of $50 \pm 2^\circ\text{C}$.

The water-level shall be maintained constant.

c) Procedure

The test specimen shall first be dried for 24 h in an oven, the air of which is maintained between 70°C and 75°C .

As soon as the test specimen is removed from the oven, the specimen shall be immersed, as indicated above, in tap-water which has been previously heated to 50°C .

The immersion shall be maintained at this temperature for 14 days.

d) Electrical measurements

The capacitance between conductor and water shall be measured with low voltage a.c. at a frequency of 800 Hz to 1 000 Hz.

These measurements shall be carried out:

- at the end of the first day;
- at the end of the seventh day;
- at the end of the fourteenth day;

precautions being taken to ensure that the temperature and water-level are the same for all measurements.

e) Results to be obtained

The capacitance C_1 , C_7 and C_{14} so found should comply with the following conditions:

$$C_{14} - C_1 \leq 0.15 C_1$$

$$C_{14} - C_7 \leq 0.05 C_7$$

11.4 High-voltage test for 4 h

The cores of the cable sample with all outer coverings removed shall be immersed in water at room temperature for at least 1 h.

A power-frequency voltage equal to three times the rated voltage U_0 shall be gradually applied and maintained continuously for 4 h between the conductor and the water. No breakdown of the insulation shall occur.

12. Type tests, non-electrical

The non-electrical type tests required by this standard are summarized in Table I for both insulations and non-metallic sheaths.

12.1 Measurement of thickness of insulation*a) Sampling*

One sample of each insulated cable core shall be taken from each of three places separated from each other by at least 1 m.

Pour les câbles ayant plus de trois conducteurs de même section nominale, la mesure est limitée à trois conducteurs ou à 10% de ceux-ci (la valeur la plus élevée des deux).

b) Mode opératoire

Le mode opératoire est celui qui est décrit dans l'article 8 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

c) Prescriptions

La moyenne, qui doit être arrondie à 0,1 mm près (voir annexe B), de toutes les valeurs mesurées sur chaque conducteur, ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée et la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 90% de l'épaisseur nominale spécifiée de plus de 0,1 mm.

12.2 *Mesure de l'épaisseur des gaines non métalliques (revêtements internes non compris)*

a) Echantillonnage

On prélève un échantillon en trois points séparés l'un de l'autre de 1 m au moins.

b) Mode opératoire

Le mode opératoire est celui qui est décrit dans l'article 8 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

c) Prescriptions

Chaque échantillon de gaine doit satisfaire aux prescriptions suivantes:

- Pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique lisse (par exemple, sur un revêtement interne ou l'isolation d'un câble monoconducteur):
 - la moyenne des valeurs mesurées, qui doit être arrondie à 0,1 mm près (voir annexe B), ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée;
 - la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 85% de l'épaisseur nominale spécifiée de plus de 0,1 mm.
- Pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique irrégulière (par exemple une gaine formant bourrage sur un câble multiconducteur non armé sans revêtement interne, ou une gaine appliquée directement sur une armure à rubans ou à fils):
 - la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à 80% de la valeur nominale spécifiée de plus de 0,2 mm.

12.3 *Détermination des propriétés mécaniques des enveloppes isolantes avant et après vieillissement*

a) Echantillonnage

L'échantillonnage et la préparation des éprouvettes doivent être effectués conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

b) Vieillissement

Le vieillissement des éprouvettes doit être effectué conformément à l'article 8 de la Publication 811-1-2 de la CEI, aux conditions spécifiées dans le tableau III de la Publication 92-351.

For cables having more than three cores of equal nominal cross-section, the number of cores on which the measurement is made shall be limited to three cores or 10% of the cores, whichever is larger.

b) Procedure

The measurement shall be made as described in Clause 8 of IEC Publication 811-1-1.

c) Requirements

The average, which shall be rounded off to the nearest 0.1 mm (see Appendix B), of all the measured values on each core, shall be not less than the specified nominal thickness, and the smallest measured value shall not fall below 90% of the specified nominal thickness by more than 0.1 mm.

12.2 *Measurement of thickness of non-metallic sheaths (excluding inner coverings)*

a) Sampling

One sample of cable shall be taken from each of three places separated from each other by at least 1 m.

b) Procedure

The measurements shall be made as described in Clause 8 of IEC Publication 811-1-1.

c) Requirements

Each piece of sheath shall comply with the following:

- For a sheath applied on a smooth cylindrical surface (e.g. on an inner covering or the insulation of a single core):
 - the average, which shall be rounded off to the nearest 0.1 mm (see Appendix B) of the measured values, shall be not less than the specified nominal thickness;
 - the smallest value shall not fall below 85% of the specified nominal thickness by more than 0.1 mm.
- For a sheath applied on an irregular cylindrical surface (e.g. a penetrating sheath on an unarmoured multicore cable without inner covering, or a sheath applied directly over a tape or wire armour):
 - the smallest value shall not fall below 80% of the specified nominal value by more than 0.2 mm.

12.3 *Tests for determining the mechanical properties of insulation before and after ageing*

a) Sampling

Sampling and the preparation of the test pieces shall be carried out as described in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1.

b) Ageing treatments

The ageing treatments shall be carried out as described in Clause 8 of IEC Publication 811-1-2 under the conditions specified in Table III of IEC Publication 92-351.

c) *Conditionnement et essais mécaniques*

Le conditionnement et la mesure des propriétés mécaniques doivent être effectués conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la C E I.

d) *Prescriptions*

Les résultats des essais pour les échantillons avant et après vieillissement doivent satisfaire aux prescriptions du tableau III de la Publication 92-351 de la C E I.

12.4 *Détermination des propriétés mécaniques des gaines avant et après vieillissement*

a) *Echantillonnage*

L'échantillonnage et la préparation des éprouvettes doivent être effectués conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la C E I.

b) *Vieillissement*

Le vieillissement des éprouvettes doit être effectué conformément à l'article 8 de la Publication 811-1-2 de la C E I, aux conditions spécifiées dans le tableau II de la Publication 92-359 de la C E I.

c) *Conditionnement et essais mécaniques*

Le conditionnement et la mesure des propriétés mécaniques doivent être effectués conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la C E I.

d) *Prescriptions*

Les résultats des essais pour les échantillons avant et après vieillissement doivent satisfaire aux prescriptions du tableau II de la Publication 92-359 de la C E I.

12.5 *Essais additionnels de vieillissement sur tronçons de câbles complets (essai de compatibilité)*

a) *Généralités*

Le but de cet essai est de vérifier que l'enveloppe isolante et la gaine ne sont pas susceptibles de se détériorer en service par le contact avec les autres constituants du câble.

Cet essai est applicable à tous les modèles de câbles.

b) *Echantillonnage*

Les échantillons sont prélevés comme indiqué dans l'article 8 de la Publication 811-1-2 de la C E I.

c) *Vieillissement thermique*

Le vieillissement des échantillons de câble est effectué dans une étuve à air conformément à l'article 8 de la Publication 811-1-2 de la C E I et en appliquant les conditions suivantes:

- Température:

10 ± 2 °C au-dessus de la température assignée de service du câble ou, si la température de service n'est pas connue, à 10 ± 2 °C au-dessus de la température assignée maximale pour l'enveloppe isolante (voir tableau I de la Publication 92-351 de la C E I).

- Durée: 7×24 h.

d) *Essais mécaniques*

Les éprouvettes d'enveloppe isolante et de gaine doivent être préparées à partir des échantillons de câble vieillis suivant le mode opératoire décrit dans l'article 8 de la Publication 811-1-2 de la C E I et soumises aux essais mécaniques.

c) *Conditioning and mechanical tests*

Conditioning and the measurement of mechanical properties shall be carried out as described in Clause 9 of I E C Publication 811-1-1.

d) *Requirements*

The test results for unaged and aged test pieces shall comply with the requirements given in Table III of I E C Publication 92-351.

12.4 *Tests for determining the mechanical properties of sheaths before and after ageing*

a) *Sampling*

Sampling and the preparation of the test pieces shall be carried out as described in Clause 9 of I E C Publication 811-1-1.

b) *Ageing treatments*

The ageing treatments shall be carried out as described in Clause 8 of I E C Publication 811-1-2 under the conditions specified in Table II of I E C Publication 92-359.

c) *Conditioning and mechanical tests*

The conditioning and measurement of mechanical properties shall be carried out as described in Clause 9 of I E C Publication 811-1-1.

d) *Requirements*

The test results for unaged and aged test pieces shall comply with the requirements given in Table II of I E C Publication 92-359.

12.5 *Additional ageing test on pieces of completed cables (compatibility test)*

a) *General*

This test is intended to check that the insulation and sheath are not liable to deteriorate in operation due to contact with other components in the cable.

The test is applicable to cables of all types.

b) *Sampling*

Samples shall be taken from the completed cable as described in Clause 8 of I E C Publication 811-1-2.

c) *Ageing treatment*

The ageing treatment of the pieces of cable should be carried out in an air oven, as described in Clause 8 of I E C Publication 811-1-2 under the following conditions:

– Temperature:

10 ± 2 °C above the rated operating conductor temperature of the cable or, if the operating temperature of the cable is not known, 10 ± 2 °C above the highest rated temperature for the insulating material (see Table I of I E C Publication 92-351).

– Duration: 7×24 h

d) *Mechanical tests*

Test pieces of insulation and sheath from the aged pieces of cables shall be prepared as described in Clause 8 of I E C Publication 811-1-2 and subjected to mechanical tests.

e) Prescriptions

Les variations des valeurs moyennes de l'allongement à la rupture et de la résistance à la traction avant et après vieillissement (voir paragraphes 12.3. et 12.4) ne doivent pas être supérieures aux valeurs correspondantes pour l'essai de vieillissement en étuve spécifiées dans le tableau III de la Publication 92-351 de la C E I pour les enveloppes isolantes et dans le tableau II de la Publication 92-359 de la C E I, pour les gaines.

12.6 Perte de masse pour les enveloppes isolantes et les gaines en PVC

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 8 de la Publication 811-3-2 de la C E I.

b) Prescriptions

Les résultats de l'essai doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la C E I pour les enveloppes isolantes, et dans le tableau III de la Publication 92-359 de la C E I, pour les gaines.

12.7 Essai de tenue des enveloppes isolantes et des gaines en PVC à température élevée (essai de pression)

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 8 de la Publication 811-3-1 de la C E I, en appliquant les conditions données dans la méthode d'essai ainsi que dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la C E I pour les enveloppes isolantes et dans le tableau III de la Publication 92-359 de la C E I, pour les gaines.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions données dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la C E I pour les enveloppes isolantes et dans le tableau III de la Publication 92-359 de la C E I, pour les gaines.

12.8 Essai de tenue des enveloppes isolantes et des gaines en PVC à basse température

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 8 de la Publication 811-1-4 de la C E I, avec les températures d'essai spécifiées dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la C E I pour les enveloppes isolantes, et dans le tableau III de la Publication 92-359 de la C E I, pour les gaines.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées à l'article 8 de la Publication 811-1-4 de la C E I.

12.9 Essais de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et des gaines en PVC (essai de chocs thermiques)

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 9 de la Publication 811-3-1 de la C E I: la température d'essai et la durée de chauffage doivent être conformes au tableau IV de la Publication 92-351 de la C E I pour les enveloppes isolantes, et au tableau III de la Publication 92-359 de la C E I pour les gaines.

e) Requirements

The variations between the median values of tensile strength and elongation at break before and after ageing (see Sub-clauses 12.3 and 12.4) shall not exceed the corresponding values applying to the test for ageing in an air oven specified in Table III of IEC Publication 92-351 for insulation and Table II of IEC Publication 92-359 for sheath.

12.6 *Loss of mass test on PVC insulation and sheaths*

a) Procedure

The sampling and test procedure shall be in accordance with Clause 8 of IEC Publication 811-3-2.

b) Requirements

The test results shall comply with the requirements given in Table IV of IEC Publication 92-351 for insulation and Table III of IEC Publication 92-359 for sheaths.

12.7 *Test for the behaviour of PVC insulation and sheaths at high temperatures (pressure test)*

a) Procedure

The sampling and test procedure shall be in accordance with Clause 8 of IEC Publication 811-3-1 employing the test conditions given in the test method and in Table IV of IEC Publication 92-351 for insulation, and Table III of IEC Publication 92-359 for sheaths.

b) Requirements

The test results shall comply with the requirements given in Table IV of IEC Publication 92-351 for insulation and Table III of IEC Publication 92-359 for sheaths.

12.8 *Test for the behaviour of PVC insulation and sheaths at low temperatures*

a) Procedure

The sampling and test procedures shall be in accordance with Clause 8 of IEC Publication 811-1-4 employing the test temperatures specified in Table IV of IEC Publication 92-351 for insulation and Table III of IEC Publication 92-359 for sheaths.

b) Requirements

The test results shall comply with the requirements given in Clause 8 of IEC Publication 811-1-4.

12.9 *Test for resistance of PVC insulation and sheaths to cracking (heat shock test)*

a) Procedure

The sampling and test procedure shall be in accordance with Clause 9 of IEC Publication 811-3-1, the test temperature and period of heating being in accordance with Table IV of IEC Publication 92-351 for insulation and Table III of IEC Publication 92-359 for sheaths.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans l'article 9 de la Publication 811-3-1 de la C E I.

12.10 Essai de résistance à l'ozone pour les enveloppes isolantes en EPR

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 8 de la Publication 811-2-1 de la C E I. La concentration en ozone et la durée de l'essai doivent être conformes au tableau IV de la Publication 92-351 de la C E I.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans l'article 8 de la Publication 811-2-1 de la C E I.

12.11 Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolantes en EPR et XLPE et les gaines SE I

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 9 de la Publication 811-2-1 de la C E I, en appliquant les conditions indiquées dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la C E I.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans le tableau IV de la Publication 92-351 de la C E I.

12.12 Essai d'immersion à l'huile minérale pour les gaines à base d'élastomère

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 10 de la Publication 811-2-1 de la C E I, en appliquant les conditions indiquées dans le tableau II de la Publication 92-359 de la C E I.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans le tableau II de la Publication 92-359 de la C E I.

12.13 Essai de résistance à la propagation de la flamme

Cet essai doit être effectué sur des tronçons de câble complet. La méthode d'essai et les prescriptions doivent être celles qui sont spécifiées dans la Publication 332-1 de la C E I. D'autres méthodes d'essai sont à l'étude.

12.14 Essai pour câbles résistant au feu

Cet essai doit être effectué sur des tronçons de câble complet, seulement sur demande particulière.

La méthode d'essai et les prescriptions doivent être celles qui sont spécifiées dans la Publication 331 de la C E I.

b) Requirements

The test results shall comply with the requirements given in Clause 9 of I E C Publication 811-3-1.

*12.10 Ozone resistance test for EPR insulation**a) Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with Clause 8 of I E C Publication 811-2-1, the ozone concentration and test period being in accordance with Table IV of I E C Publication 92-351.

b) Requirements

The results of the test shall comply with the requirements given in Clause 8 of I E C Publication 811-2-1.

*12.11 Hot set test for EPR and XLPE insulation and for SE 1 sheath**a) Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with Clause 9 of I E C Publication 811-2-1, employing the conditions given in Table IV of I E C Publication 92-351.

b) Requirements

The results of the test shall comply with the requirements given in Table IV of I E C Publication 92-351.

*12.12 Oil immersion test for elastomeric sheaths**a) Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with Clause 10 of I E C Publication 811-2-1, employing the conditions given in Table II of I E C Publication 92-359.

b) Requirements

The results of the test shall comply with the requirements given in Table II of I E C Publication 92-359.

12.13 Flame retardance test

This test shall be carried out on pieces of completed cable. The method of test and requirements shall be those specified in I E C Publication 332-1. Further methods of test are under consideration.

12.14 Test for fire-proof or fire-resisting cables

This test shall be carried out on pieces of completed cable only when specially required.

The method of test and requirements shall be those specified in I E C Publication 331.

TABLEAU I
Essais de type non électriques

0	1	2	3	4	5	6	7	8
Désignation des mélanges	Enveloppes isolantes				Gaines non métalliques			
	Thermo-plastiques	Elastomères			Thermo-plastiques		Elastomères	
	PVC/A	S 95	EPR	XLPE	ST 1	ST 2	SE 1	SH
1 Dimensions								
1a Mesures d'épaisseurs	×	×	×	×	×	×	×	×
2 Propriétés mécaniques (résistance à la traction et allongement à la rupture)								
2a Avant vieillissement	×	×	×	×	×	×	×	×
2b Après vieillissement dans la bombe à l'air			×					
2c Après vieillissement en étuve à air	×	×	×	×	×	×	×	×
2d Après vieillissement additionnel en étuve à air (contamination)	×	×	×	×	×	×	×	×
2e Après immersion dans l'huile chaude							×	×
3 Propriétés thermoplastiques								
3a Essai de pression à température élevée (pénétration)	×				×	×		
3b Tenue à basse température	×				×	×		
4 Divers								
4a Essai de perte de masse en étuve à air	×					×		
4b Essai de chocs thermiques (fissuration)	×				×	×		
4c Essai de résistance à l'ozone			×					
4d Essai d'allongement à chaud			×	×				
4e Essai de non-propagation de la flamme		*			×	×	×	×

× Indique que l'essai de type est à appliquer.
*) A l'étude.

TABLE I
Non-electrical type tests

0	1	2	3	4	5	6	7	8
Designation of compounds	Insulations				Non-metallic sheaths			
	Thermo-plastic	Elastomeric			Thermo-plastic		Elastomeric	
	PVC/A	S 95	EPR	XLPE	ST 1	ST 2	SE 1	SH
1 Dimensions								
1a Measurement of thicknesses	×	×	×	×	×	×	×	×
2 Mechanical properties (tensile strength and elongation)								
2a Before ageing	×	×	×	×	×	×	×	×
2b After ageing in air bomb			×					
2c After ageing in air oven	×	×	×	×	×	×	×	×
2d After additional ageing in air oven (contamination)	×	×	×	×	×	×	×	×
2e After immersion in hot oil							×	×
3 Thermoplastic properties								
3a Hot pressure test (indentation)	×				×	×		
3b Behaviour at low temperature	×				×	×		
4 Miscellaneous								
4a Loss of mass test in air oven	×					×		
4b Heat shock test (cracking)	×				×	×		
4c Ozone resistance test			×					
4d Hot set test			×	×				
4e Flame retardance test			×		×	×	×	×

× Indicates that the type test is to be applied.

* Under consideration.

ANNEXE A

MÉTHODE DU CALCUL FICTIF POUR DÉTERMINER LES DIMENSIONS DES REVÊTEMENTS PROTECTEURS

L'épaisseur des revêtements d'un câble, tels que les gaines et l'armure, a généralement été rapportée aux diamètres des câbles au moyen de «tableaux-paliers».

Cela pose parfois des problèmes. Les diamètres nominaux calculés ne sont pas nécessairement les mêmes que les valeurs réelles qui sont obtenues en fabrication. Dans les cas limites, des problèmes peuvent surgir si l'épaisseur d'un revêtement ne correspond pas au diamètre réel parce que le diamètre calculé est quelque peu différent. Les variations des dimensions des conducteurs sectoriaux produits par des fabricants et des méthodes de calculs différentes sont à l'origine de certaines différences dans les diamètres nominaux et peuvent, par conséquent, produire des variations de l'épaisseur des revêtements qui sont appliqués sur un même type de câble.

La méthode du calcul fictif a été créée afin d'éviter ces difficultés. Le principe est de ne pas tenir compte de la forme ou du degré de compacité des conducteurs, et de calculer les diamètres fictifs en utilisant des formules basées sur la section des conducteurs, l'épaisseur de l'enveloppe isolante et le nombre d'âmes isolées. On rapporte les épaisseurs de la gaine et des autres revêtements aux diamètres fictifs au moyen de formules et de tableaux. La méthode de calcul des diamètres fictifs est spécifiée avec précision et il ne subsiste aucun doute quant aux épaisseurs de revêtement qu'il faut utiliser; celles-ci ne sont pas affectées par de petites différences dues aux procédés de fabrication. Cette méthode normalise la construction des câbles, les épaisseurs étant prédéterminées et spécifiées pour chaque dimension de câble.

Le calcul fictif n'est employé que pour déterminer les dimensions des gaines et des revêtements de câbles. Il ne remplace pas le calcul des diamètres normaux exigé à des fins pratiques et qui doit être effectué séparément.

A1. Généralités

- A1.1 Pour le calcul des épaisseurs des différents revêtements d'un câble, on adopte la méthode fictive qui suit, afin d'être sûr que les différences qui pourraient se produire au cours de calculs indépendants, en présumant par exemple des dimensions d'un conducteur et des différences inévitables entre les diamètres nominaux et réels, sont éliminées.
- A1.2 Toutes les valeurs des épaisseurs et des diamètres doivent être arrondies, conformément aux règles de l'annexe B, à une décimale près.
- A1.3 On ne tient aucun compte des rubans de maintien, par exemple les contrespaires sur armure, si elles n'ont pas plus de 0,3 mm d'épaisseur.

A2. Méthode

A2.1 Ames conductrices

Le diamètre fictif d'une âme (d_f), en fonction de sa section nominale et indépendamment de sa forme ou de sa compacité, est donné dans le tableau suivant:

APPENDIX A

THE FICTITIOUS CALCULATION METHOD FOR DETERMINATION OF DIMENSIONS OF PROTECTIVE COVERINGS

The thickness of cable coverings, such as sheaths and armour, has usually been related to nominal cable diameters by means of “step-tables”.

This sometimes causes problems. The calculated nominal diameters are not necessarily the same as the actual values achieved in production. In borderline cases, queries can arise if the thickness of a covering does not correspond to the actual diameter because the calculated diameter is slightly different. Variations in shaped conductor dimensions between manufacturers and different methods of calculation cause differences in nominal diameters and may therefore lead to variations in the thickness of coverings used on the same basic design of cable.

To avoid these difficulties, the fictitious calculation method was invented. The idea is to ignore the shape and degree of compaction of conductors and to calculate fictitious diameters from formulae based on the cross-sectional area of conductors, insulation thickness and number of cores. Thicknesses of sheaths and other coverings are then related to the fictitious diameters by formulae or by tables. The method of calculating fictitious diameters is precisely specified and there is no ambiguity about the thicknesses of coverings to be used, which are independent of slight differences in manufacturing practices. This standardizes cable designs, thicknesses being pre-calculated and specified for each size of cable.

The fictitious calculation is used only to determine dimensions of sheaths and cable coverings. It is not a replacement for the calculation of normal diameters required for practical purposes, which should be calculated separately.

A1. General

- A1.1 The following fictitious method of calculating thicknesses of various coverings in a cable has been adopted to ensure that any differences which can arise in independent calculations, for example due to the assumption of conductor dimensions and the unavoidable differences between nominal and actually achieved diameters, are eliminated.
- A1.2 All thickness values and diameters shall be rounded, according to the rules given in Appendix B to the first decimal figure.
- A1.3 Holding strips, for example counter-helix over armour, if not thicker than 0.3 mm, are neglected in this calculation method.

A2. Method

A2.1 Conductors

The fictitious diameter (d_1) of a conductor, irrespective of shape or compactness, is given for each nominal cross-section in the following table:

Section nominale de l'âme (mm ²)	d_L (mm)	Section nominale de l'âme (mm ²)	d_L (mm)
1	1,1		
1,5	1,4	95	11,0
2,5	1,8	120	12,4
4	2,3	150	13,8
6	2,8	185	15,3
10	3,6	240	17,5
16	4,5	300	19,5
25	5,6		
35	6,7		
50	8,0		
70	9,4		

A2.2 Conducteurs

Le diamètre fictif d'un conducteur D_c quelconque est donné par:

$$D_c = d_L + 2 t_i, \text{ en millimètres}$$

où t_i est l'épaisseur nominale de l'enveloppe isolante

A2.3 Diamètre sur conducteurs assemblés

Le diamètre fictif sur conducteurs assemblés (D_b) est donné par:

a) pour les câbles dont toutes les âmes ont la même section nominale:

$$D_b = k D_c, \text{ en millimètres}$$

où le coefficient k est donné dans le tableau suivant:

Nominal cross-section of conductor (mm ²)	d_L (mm)	Nominal cross-section of conductor (mm ²)	d_L (mm)
1	1.1		
1.5	1.4	95	11.0
2.5	1.8	120	12.4
4	2.3	150	13.8
6	2.8	185	15.3
10	3.6	240	17.5
16	4.5	300	19.5
25	5.6		
35	6.7		
50	8.0		
70	9.4		

A2.2 Cores

The fictitious diameter D_c of any core is given by:

$$D_c = d_L + 2 t_i, \text{ in millimetres}$$

where t_i is the nominal thickness of insulation.

A2.3 Diameter over laid-up cores

The fictitious diameter over laid-up cores (D_f) is given by:

a) for cables having all conductors of the same nominal cross-sectional area:

$$D_f = k D_c, \text{ in millimetres}$$

where the coefficient k is as given in the following table:

Nombre de conducteurs	Coefficient d'assemblage (k)	Nombre de conducteurs	Coefficient d'assemblage (k)
2	2,00	25	6,00
3	2,16	26	6,00
4	2,42	27	6,15
5	2,70	28	6,41
6	3,00	29	6,41
7	3,00	30	6,41
7*	3,35	31	6,70
8	3,45	32	6,70
8*	3,66	33	6,70
9	3,80	34	7,00
9*	4,00	35	7,00
10	4,00	36	7,00
10*	4,40	37	7,00
11	4,00	38	7,33
12	4,16	39	7,33
12*	5,00	40	7,33
13	4,41	41	7,67
14	4,41	42	7,67
15	4,70	43	7,67
16	4,70	44	8,00
17	5,00	45	8,00
18	5,00	46	8,00
18*	7,00	47	8,00
19	5,00	48	8,15
20	5,33	52	8,41
21	5,33	61	9,00
22	5,67		
23	5,67		
24	6,00		

* Conducteurs assemblés en une seule couche.

b) pour les câbles à quatre conducteurs dont une des âmes est de section réduite:

$$D_f = \frac{2,41 (3 D_{c1} + D_{c2})}{4}, \text{ en millimètres}$$

où:

D_{c1} est le diamètre fictif d'un conducteur de phase isolé, y compris la couche métallique, s'il en existe une

D_{c2} est le diamètre fictif du conducteur isolé dont l'âme est de section réduite

A2.4 Revêtements internes

Le diamètre fictif pris sur revêtements internes D_B est donné par:

$$D_B = D_f + 2 t_B$$

où t_B est la valeur appropriée du revêtement interne, s'il existe, prescrite dans la norme particulière au type de câble considéré.

A2.5 Gaine

Le diamètre fictif sur la gaine D_s est donné par:

$$D_s = D_u + 2 t_s, \text{ en millimètres}$$

où:

D_u est le diamètre fictif sous la gaine

t_s est l'épaisseur prescrite dans la norme particulière au type de câble considéré

Number of cores	Assembly coefficient (k)	Number of cores	Assembly coefficient (k)
2	2.00	25	6.00
3	2.16	26	6.00
4	2.42	27	6.15
5	2.70	28	6.41
6	3.00	29	6.41
7	3.00	30	6.41
7*	3.35	31	6.70
8	3.45	32	6.70
8*	3.66	33	6.70
9	3.80	34	7.00
9*	4.00	35	7.00
10	4.00	36	7.00
10*	4.40	37	7.00
11	4.00	38	7.33
12	4.16	39	7.33
12*	5.00	40	7.33
13	4.41	41	7.67
14	4.41	42	7.67
15	4.70	43	7.67
16	4.70	44	8.00
17	5.00	45	8.00
18	5.00	46	8.00
18*	7.00	47	8.00
19	5.00	48	8.15
20	5.33	52	8.41
21	5.33	61	9.00
22	5.67		
23	5.67		
24	6.00		

* Cores assembled in one layer

b) for four-core cables with one insulated conductor with reduced cross-section:

$$D_f = \frac{2.41 (3 D_{c1} + D_{c2})}{4}, \text{ in millimetres}$$

where:

D_{c1} is the fictitious diameter of the insulated phase conductor, including metallic layer, if any

D_{c2} is the fictitious diameter of the insulated conductor with reduced cross-section

A2.4 Inner coverings

The fictitious diameter over the inner covering D_B is given by:

$$D_B = D_f + 2 t_B$$

where t_B is the appropriate value of the inner covering, if any, specified in the standard of the relevant cable.

A2.5 Sheath

The fictitious diameter over the sheath D_s is given by:

$$D_s = D_u + 2 t_s, \text{ in millimetres}$$

where:

D_u is the fictitious diameter under the sheath

t_s is the thickness specified in the standard of the relevant cable

A2.6 *Matelas supplémentaire pour câbles avec armure de rubans (disposé sur revêtement interne)*

Diamètre fictif sous le matelas supplémentaire		Augmentation du diamètre pour le matelas supplémentaire (mm)
Supérieur à (mm)	Inférieur ou égal à (mm)	
– 30	30 –	1,0 1,6

A2.7 *Armure*

Le diamètre fictif sur armure D_x est donné

– pour l'armure en fils méplats ou ronds par:

$$D_x = D_A + 2 t_A, \text{ en millimètres}$$

où:

D_A est le diamètre fictif sous l'armure

t_A est l'épaisseur ou diamètre des fils de l'armure

– pour l'armure de rubans par:

$$D_x = D_A + 4 t_A, \text{ en millimètres}$$

où:

D_A est le diamètre fictif sous l'armure

t_A est l'épaisseur du ruban de l'armure

– pour l'armure en tresses:

$$D_x = D_A + 5 d_w, \text{ en millimètres}$$

où:

D_A est le diamètre fictif sous l'armure

d_w est le diamètre nominal du fil de la tresse

A2.6 Additional bedding for tape-armoured cables (provided over the inner covering)

Fictitious diameter under the additional bedding		Increase in diameter for additional bedding (mm)
Above (mm)	Up to and including (mm)	
–	30	1.0
30	–	1.6

A2.7 Armour

The fictitious diameter over the armour D_x is given by:

- for flat or round wire armour:

$$D_x = D_A + 2 t_A, \text{ in millimetres}$$

where:

D_A is the fictitious diameter under the armour

t_A is the thickness or diameter of the armour wire

- for tape armour:

$$D_x = D_A + 4 t_A, \text{ in millimetres}$$

where:

D_A is the fictitious diameter under the armour

t_A is the thickness of the armour tape

- for braid armour:

$$D_x = D_A + 5 d_w, \text{ in millimetres}$$

where:

D_A is the fictitious diameter under the armour

d_w is the nominal diameter of the braid wire

ANNEXE B

ARRONDISSEMENT DES NOMBRES

B1. Arrondissement des nombres pour la méthode de calcul fictif

B1.1 Les règles suivantes s'appliquent à l'arrondissement des nombres dans le calcul fictif des diamètres et à la détermination des dimensions des couches composantes conformément à l'annexe A.

Quand une valeur calculée à une étape quelconque comporte plus d'une décimale, la valeur doit être arrondie à une décimale, c'est-à-dire à 0,1 mm près. Le diamètre fictif à chaque étape doit être arrondi à 0,1 mm et, s'il est utilisé pour déterminer l'épaisseur ou la dimension de la couche immédiatement supérieure, il doit être arrondi avant d'être introduit dans la formule ou le tableau correspondants. L'épaisseur calculée à partir de la valeur arrondie du diamètre fictif doit à son tour être arrondie à 0,1 mm, comme indiqué dans l'annexe A.

B1.2 L'exemple suivant permet d'illustrer cette règle:

- a) Quand le chiffre de la deuxième décimale avant arrondissement est 0, 1, 2, 3 ou 4, le chiffre de la première décimale retenue reste inchangé (arrondissement inférieur).

Exemples: $2,12 \approx 2,1$
 $2,449 \approx 2,4$
 $25,0478 \approx 25,0$

- b) Quand le chiffre de la deuxième décimale avant arrondissement est 9, 8, 7, 6 ou 5, le chiffre de la première décimale est augmenté de un (arrondissement supérieur).

Exemples: $2,17 \approx 2,2$
 $2,453 \approx 2,5$
 $30,050 \approx 30,1$

B2. Arrondissement des nombres pour d'autres usages

B2.1 Pour les besoins autres que ceux qui sont envisagés au paragraphe B1.1, il peut être nécessaire d'arrondir des valeurs à plus d'une décimale. Cela peut se produire, par exemple, dans le calcul de la valeur moyenne de plusieurs résultats de mesure ou de la valeur minimale en appliquant une tolérance en pourcentage sur la valeur nominale. On doit alors arrondir au nombre de décimales défini dans les articles correspondants.

B2.2 La méthode d'arrondissement doit alors être la suivante:

- Si le dernier chiffre décimal à retenir est suivi, avant arrondissement, de 0, 1, 2, 3 ou 4, ce dernier chiffre reste inchangé (arrondissement inférieur).
- Si le dernier chiffre décimal à retenir est suivi, avant arrondissement, de 9, 8, 7, 6 ou 5, il doit être augmenté de un (arrondissement supérieur).

Exemples: $2,449 \approx 2,45$ arrondi à deux décimales
 $2,449 \approx 2,4$ arrondi à une décimale
 $25,0478 \approx 25,048$ arrondi à trois décimales
 $25,0478 \approx 25,05$ arrondi à deux décimales
 $25,0478 \approx 25,0$ arrondi à une décimale