

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 502

Deuxième édition — Second edition

1978

**Câbles de transport d'énergie isolés par diélectriques massifs extrudés
pour des tensions assignées de 1 kV à 30 kV**

**Extruded solid dielectric insulated power cables
for rated voltages from 1 kV up to 30 kV**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

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

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

Terminologie

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

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

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

Revision of this publication

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

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

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

Terminology

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

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. 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:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 502

Deuxième édition — Second edition

1978

**Câbles de transport d'énergie isolés par diélectriques massifs extrudés
pour des tensions assignées de 1 kV à 30 kV**

**Extruded solid dielectric insulated power cables
for rated voltages from 1 kV up to 30 kV**

Descripteurs : câbles à haute tension,
dimensions,
essais,
isolant plastique.

Descriptors : high-voltage cables,
dimensions,
testing,
plastic insulation.



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Définitions	12
SECTION DEUX — CONSTRUCTION	
3. Ame conductrice	14
4. Enveloppe isolante	14
5. Ecrans sur les conducteurs	14
6. Assemblage des conducteurs, revêtements internes et bourrages	16
7. Revêtements métalliques des câbles unipolaires ou multipolaires	20
8. Ecran métallique	20
9. Conducteur concentrique	22
10. Gaine métallique (<i>à l'étude</i>)	22
11. Armure métallique	22
12. Gaine extérieure non métallique	28
TABLEAUX I à V	30
SECTION TROIS — PRESCRIPTIONS D'ESSAI	
13. Conditions d'essais	36
14. Essais individuels	36
15. Essais spéciaux	40
16. Essais électriques de type	46
17. Essais de type non électriques	56
18. Essai diélectrique après pose	66
TABLEAUX VI à XIII	68
ANNEXE A — Méthode du calcul fictif pour déterminer les dimensions des revêtements protecteurs	82
ANNEXE B — Arrondissement des nombres	90

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE — GENERAL

Clause

1. Scope	9
2. Definitions	13

SECTION TWO — CONSTRUCTION

3. Conductors	15
4. Insulation	15
5. Screening of cores	15
6. Assembly of cores, inner coverings and fillers	17
7. Metallic layers for single-core and multicore cables	21
8. Metallic screen	21
9. Concentric conductor	23
10. Metallic sheath (<i>under consideration</i>)	23
11. Metallic armour	23
12. Non-metallic outer sheath	29
TABLES I TO V	31

SECTION THREE — TEST REQUIREMENTS

13. Test conditions	37
14. Routine tests	37
15. Special tests	41
16. Type tests, electrical	47
17. Type tests, non-electrical	57
18. Electrical tests after installation	67
TABLES VI TO XIII	69

APPENDIX A — The fictitious calculation method for determination of dimensions of protective coverings	83
APPENDIX B — Rounding of numbers	91

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES DE TRANSPORT D'ÉNERGIE ISOLÉS
PAR DIÉLECTRIQUES MASSIFS EXTRUDÉS
POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES DE 1 kV À 30 kV**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 20A: Câbles de haute tension, du Comité d'Etudes N° 20 de la CEI: Câbles électriques.

Elle remplace la Publication 502-1 de la CEI parue en 1975, et elle inclut des informations complémentaires.

Il convient de remarquer que la préface de la Publication 502-1 de la CEI, Première partie: Construction et dimensions (1975) indiquait que la publication serait divisée en deux parties:

- Première partie: Construction et dimensions.
- Deuxième partie: Prescriptions et méthodes d'essai.

Elle indiquait également que les prescriptions d'essai seraient transférées de la deuxième partie à la première partie afin de constituer une norme complète pour ce type de câble.

La présente norme satisfait à cette intention car elle comprend les trois sections suivantes:

- Section un — Généralités.
- Section deux — Construction.
- Section trois — Prescriptions d'essai.

Les méthodes d'essai, qui étaient envisagées pour la future deuxième partie de la Publication 502, font maintenant l'objet de la Publication 540 de la CEI: Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques), parue en 1976.

Les prescriptions d'essai de la présente norme reposent sur les parties appropriées du document 20A(Bureau Central)39, modifiées selon les décisions prises lors de la réunion tenue à Varsovie en 1973. A la suite de cette réunion, un projet, document 20A(Bureau Central)51, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1976.

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

Australie
Autriche
Belgique
Danemark
Égypte
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
Italie

Portugal
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**EXTRUDED SOLID DIELECTRIC INSULATED POWER CABLES
FOR RATED VOLTAGES FROM 1 kV UP TO 30 kV**

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 20A, High-voltage Cables, of IEC Technical Committee No. 20, Electric Cables.

It supersedes IEC Publication 502-1 issued in 1975, and includes additional material.

It should be noted that the preface of IEC Publication 502-1, Part 1: Construction and Dimensions (1975) stated that the publication was to be divided into the following two parts:

- Part 1: Construction and dimensions.
- Part 2: Test requirements and methods of test.

It also stated that the test requirements would eventually be transferred from Part 2 to Part 1 in order to form a complete standard for this type of cable.

The present standard fulfils this latter intention as it comprises the three sections:

- Section One — General.
- Section Two — Construction.
- Section Three — Test requirements.

The test methods that were envisaged for the future Part 2 of Publication 502 are now covered in IEC Publication 540: Test Methods for Insulation and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic), which was published in 1976.

The test requirements in the present standard are based on the relevant parts of Document 20A(Central Office)39, as amended by the decisions taken at the meeting held in Warsaw in 1973. As a result of this meeting, a draft, Document 20A(Central Office)51, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Austria
Belgium
Czechoslovakia
Denmark
Egypt
Italy
Portugal

Romania
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
United Kingdom
United States of America

Des modifications, document 20A(Bureau Central)54, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en février 1977.

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

Allemagne	France
Australie	Italie
Autriche	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Brésil	Roumanie
Bulgarie	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Egypte	Suisse
Espagne	Tchécoslovaquie
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
Finlande	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 38: Tensions normales de la CEI.
60: Techniques des essais à haute tension.
183: Guide au choix des câbles à haute tension.
228: Sections nominales et composition des âmes des conducteurs et câbles isolés.
230: Essais de choc des câbles et de leurs accessoires.
287: Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100%).
332: Caractéristiques des câbles électriques retardant la propagation de la flamme.
540: Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).

Amendments, Document 20A(Central Office)54, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1977.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Austria
Belgium
Brazil
Bulgaria
Czechoslovakia
Denmark
Egypt
Finland
France
Germany

Italy
Netherlands
Norway
Romania
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
United Kingdom
United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 38: IEC Standard voltages.
60: High-voltage Test Techniques.
183: Guide to the Selection of High-voltage Cables.
228: Nominal Cross-sectional Areas and Composition of Conductors of Insulated Cables.
230: Impulse Tests on Cables and their Accessories.
287: Calculation of the Continuous Current Rating of Cables (100% Load Factor).
332: Flame-retardant Characteristics of Electric Cables.
540: Test Methods for Insulation and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermo-plastic Compounds).

Withholding

CÂBLES DE TRANSPORT D'ÉNERGIE ISOLÉS PAR DIÉLECTRIQUES MASSIFS EXTRUDÉS POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES DE 1 kV À 30 kV

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

1.1 Généralités

La présente norme spécifie la construction, les dimensions et les prescriptions des câbles de transport d'énergie pour installations fixes, avec isolations extrudées en diélectriques massifs des types énumérés au paragraphe 1.2, pour des tensions assignées (U) comprises entre 1 kV et 30 kV (voir le paragraphe 1.3).

Les câbles destinés à des conditions particulières d'installations et de service ne sont pas inclus.

1.2 Matériaux isolants

Les types de mélanges isolants concernés par cette norme sont énumérés ci-dessous, ainsi que leurs désignations abrégées:

Mélange isolant	Désignation abrégée
<i>a) Mélanges thermoplastiques:</i>	
Mélange isolant à base de polychlorure de vinyle ou de copolymère de chlorure de vinyle et d'acétate de vinyle utilisé pour câbles de tensions assignées $U_0/U \leq 1,8/3$ kV	PVC/A
Mélange isolant à base de polychlorure de vinyle ou de copolymère de chlorure de vinyle et d'acétate de vinyle utilisé pour câbles de tensions assignées $U_0/U > 1,8/3$ kV	PVC/B
Mélange isolant à base de polyéthylène thermoplastique	PE
<i>b) Mélanges élastomères ou réticulés:</i>	
Mélange isolant à base de caoutchouc butyle ou produit similaire	Butyle
Mélange isolant à base de caoutchouc d'éthylène-propylène ou produit similaire (EPM ou EPDM)	EPR
Mélange isolant à base de polyéthylène réticulé chimiquement	XLPE

1.3 Tensions assignées

Les tensions assignées normales U_0/U des câbles prévus par cette norme sont les suivantes *:

$U_0/U = 0,6/1 — 1,8/3 — 3,6/6 — 6/10 — 8,7/15 — 12/20 — 18/30$ kV efficace.

* Les valeurs normales de U_0 indiquées dans ce paragraphe sont données dans les Publications 38 de la CEI: Tensions normales de la CEI (tableau IV, série I) et 183: Guide au choix des câbles à haute tension; les valeurs normales de U correspondent aux tensions assignées des réseaux utilisés généralement dans de nombreux pays (voir la Publication 38 de la CEI).

Dans ces pays, les désignations: 1,7/3 — 3,5/6 — 5,8/10 — 11,5/20 — 17,3/30 sont souvent employées au lieu de celles indiquées dans ce paragraphe. Celles-ci sont les désignations correctes recommandées.

EXTRUDED SOLID DIELECTRIC INSULATED POWER CABLES FOR RATED VOLTAGES FROM 1 kV UP TO 30 kV

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

1.1 General

This standard specifies the construction, dimensions and test requirements of power cables for fixed installations with extruded solid insulation of the types listed in Sub-clause 1.2, for rated voltages (U) from 1 kV up to and including 30 kV given in Sub-clause 1.3.

Cables for special conditions of installations and service are not included.

1.2 Insulating materials

The types of insulating compound covered by this standard are listed below, together with their abbreviated designations:

Insulating compound	Abbreviated designation
<i>a) Thermoplastic:</i> Insulating compound based on polyvinyl chloride or copolymer of vinyl chloride and vinyl acetate intended for cables with rated voltages $U_o/U \leq 1.8/3$ kV Insulating compound based on polyvinyl chloride or copolymer of vinyl chloride and vinyl acetate intended for cables with rated voltages $U_o/U > 1.8/3$ kV Insulating compound based on thermoplastic polyethylene	PVC/A PVC/B PE
<i>b) Elastomeric or thermosetting:</i> Insulating compound based on butyl rubber or similar Insulating compound based on ethylene propylene rubber or similar (EPM or EPDM) Insulating compound based on chemically cross-linked polyethylene	Butyl EPR XLPE

1.3 Rated voltages

The standard rated voltages U_o/U of the cables considered in this standard are as follows *:

$U_o/U = 0.6/1 - 1.8/3 - 3.6/6 - 6/10 - 8.7/15 - 12/20 - 18/30$ kV r.m.s.

* The standard values of U_o given in this sub-clause are taken from IEC Publications 38, IEC Standard Voltages (Tables IV, Series I), and 183, Guide to the Selection of High-voltage Cables; the standard values of U are equal to the rated system voltages generally used in many countries (see IEC Publication 38).

In these countries, the designations 1.7/3 — 3.5/6 — 5.8/10 — 11.5/20 — 17.3/30 are often used instead of those given in this sub-clause. The latter are the correct recommended designations.

Dans les désignations de tensions des câbles U_0/U , données ci-dessus:

- U_0 est la tension assignée à fréquence industrielle entre chacun des conducteurs et la terre, ou l'écran métallique, pour laquelle le câble est conçu;
- U est la tension assignée à fréquence industrielle entre conducteurs, pour laquelle le câble est conçu.

1.4 Températures assignées maximales des différents mélanges isolants

Mélange isolant	Température assignée maximale de l'âme °C	
	Service normal *	Court-circuit (durée maximale 5 s)
Caoutchouc butyle	85	220
Polychlorure de vinyle ou copolymère de chlorure et d'acétate de vinyle (PVC)	70	160
Polyéthylène thermoplastique (PE)	70 **	130 ***
Polyéthylène réticulé (XLPE)	90	250
Caoutchouc d'éthylène propylène (EPR)	90	250

* Il est indispensable que l'on tienne compte des pertes diélectriques quand la valeur de U_0 est supérieure ou égale aux valeurs indiquées dans la Publication 287 de la CIE: Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100%).

** 75 °C pour le PE de densité supérieure à 0,960 g/cm³ à 23 °C.

*** Cette température peut être portée à 150 °C si un écran convenable sur l'âme conductrice est employé.

Les températures indiquées dans le tableau ci-dessus sont basées sur les propriétés intrinsèques des matériaux isolants. Il est important de prendre en compte d'autres facteurs lorsque ces valeurs sont adoptées pour le calcul des courants admissibles.

En service normal, par exemple, si un câble directement enterré dans le sol est utilisé en permanence (facteur de charge de 100%) à la température assignée maximale de l'âme conductrice indiquée dans le tableau, la résistivité thermique du sol environnant peut, à la longue, dépasser sa valeur initiale par l'effet du dessèchement qui en résulte. La température du conducteur risque alors de dépasser largement la valeur assignée maximale. Si de telles conditions de service sont envisagées, des précautions appropriées doivent donc être prises.

Il doit être tenu compte des facteurs suivants dans le choix des températures de courts-circuits:

- La déformation de l'isolation, qui résulte des forces thermomécaniques produites dans les conditions de court-circuit, peut réduire l'épaisseur effective de l'isolation.
- Les écrans sur l'âme conductrice et sur l'enveloppe isolante peuvent être affectés par une perte de l'effet de l'écran; de même les propriétés thermiques du matériau constituant la gaine extérieure peuvent introduire une limitation.
- Il faut que les accessoires qui sont utilisés dans le réseau des câbles avec jonctions mécaniques et/ou soudées puissent être utilisés à la température adoptée pour le câble.

In the voltage designation of cables, U_0/U , given above,

U_0 is the rated power-frequency voltage between conductor and earth or metallic screen, for which the cable is designed.

U is the rated power-frequency voltage between conductors, for which the cable is designed.

1.4 Highest rated temperatures for the different types of insulating compound

Insulating compound	Maximum rated conductor temperature °C	
	Normal operation *	Short-circuit (5 s maximum duration)
Butyl rubber	85	220
Polyvinyl chloride or copolymer of vinyl chloride and vinyl acetate (PVC)	70	160
Thermoplastic polyethylene (PE)	70 **	130 ***
Cross-linked polyethylene (XLPE)	90	250
Ethylene propylene rubber (EPR)	90	250
* It is essential that dielectric losses are taken into account when U_0 is equal to or greater than the values given in IEC Publication 287: Calculation of the Continuous Current Ratings of Cables (100% load factor). ** 75 °C for PE of density higher than 0.960 g/cm³ at 23 °C. *** This temperature may be increased to 150 °C by use of a suitable conductor screen construction.		

The temperatures in the table above are based on the intrinsic properties of the insulating materials. It is important that caution is exercised in adopting these values for the calculation of current ratings, in view of other factors.

For example, in normal operation, if a cable directly buried in the ground is operated under continuous load (100% load factor) at the highest rated conductor temperature shown in the table, the thermal resistivity of the soil surrounding the cable may in the course of time increase from its original value as a result of drying-out processes. As a consequence, the conductor temperature may greatly exceed the highest rated value. If such operating conditions are foreseen, adequate provisions shall be made.

In adopting temperatures for short-circuit ratings, account must be taken of the following factors:

- Deformation of the insulation, due to the thermo-mechanical forces produced by the short-circuit condition, can reduce the effective thickness of the insulation.
- Conductor and core screens can be adversely affected with loss of screening effect; likewise the thermal properties of the outer sheath material can be the limitation.
- It is essential that the accessories which are used in the cable system with mechanical and/or soldered connections are suitable for the temperature adopted for the cable.

2. Définitions

Les définitions ci-après sont applicables à la présente publication.

2.1 Définitions de valeurs dimensionnelles (épaisseurs, sections, etc.)

a) Valeur nominale

Valeur approchée appropriée d'une grandeur, utilisée pour dénommer ou identifier un composant, un dispositif ou un matériel (V.E.I. terme 151-04-01).

Dans cette norme comme valeur dimensionnelle, une valeur nominale est une valeur prescrite qui doit être garantie par le fabricant et qui est toujours associée à des tolérances définies.

b) Valeur approximative

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

c) Valeur médiane

Quand plusieurs résultats d'essais sont obtenus et classés par ordre de valeurs croissantes (ou décroissantes), la valeur 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 du calcul fictif » définie à l'annexe A.

2.2 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 le conducteur et l'isolateur sont en bon état.

Note. — Par accord entre l'acheteur et le fabricant (faisant état, par exemple, des résultats d'une méthode de contrôle de qualité), le nombre de longueurs de câble terminé sur lesquelles ces essais doivent 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 complet réponde 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 publication, 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.

d) Essais d'installation

Les essais d'installation sont effectués pour vérifier le bon état du câble et de ses accessoires après l'installation.

2. Definitions

The following definitions have been adopted for the purposes of this publication.

2.1 Definitions of dimensional values (thicknesses, cross-sections, etc.)

a) Nominal value

A suitable approximate quantity value used to designate or identify a component, device or equipment (I.E.V. term 151-04-01).

In this standard as a dimensional value, a nominal value is a value specified always in connection with specified tolerances and which has to be guaranteed by the manufacturer.

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 an 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.

2.2 Definitions concerning the tests

a) Routine tests

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

Note. — By agreement between the purchaser and the manufacturer (making reference, for example, to results of quality control procedures), the number of lengths of finished cable on which these tests shall 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 publication, 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.

d) Installation tests

Installation tests are tests made to demonstrate the integrity of the cable and its accessories as installed.

SECTION DEUX — CONSTRUCTION

3. Ame conductrice

3.1 Matériau

L'âme conductrice doit être en cuivre nu ou recouvert d'une couche métallique, ou en aluminium nu.

3.2 Classe et forme

L'âme doit être de la classe 1, de la classe 2 ou de la classe 3 conformément à la Publication 228 de la C.E.I.: Sections nominales et composition des âmes des conducteurs et câbles isolés.

4. Enveloppe isolante

4.1 Matériau

L'enveloppe isolante doit être constituée par un diélectrique massif extrudé, de l'un des types définis au paragraphe 1.2 et satisfaisant aux essais prescrits dans la section trois de la présente norme.

4.2 Epaisseur de l'enveloppe isolante

- a) Les épaisseurs nominales de l'enveloppe isolante sont définies dans les tableaux I à V, pages 30 à 34.
- b) Les épaisseurs de l'enveloppe isolante indiquées dans les tableaux sont basées sur les tensions nominales, et sont uniquement applicables aux câbles comportant une gaine de protection extérieure.
- c) La valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante ne doit pas être inférieure à la valeur nominale spécifiée.
- d) Toutefois, l'épaisseur en un point quelconque peut être inférieure à la valeur nominale spécifiée, pourvu que la différence ne dépasse pas $0,1 \text{ mm} + 10\%$ de la valeur nominale spécifiée.
- e) L'épaisseur d'un séparateur ou d'un écran semi-conducteur disposés sur l'âme de conducteur ou sur l'enveloppe isolante ne doit pas être comprise dans l'épaisseur de l'enveloppe isolante.

5. Ecrans sur les conducteurs

5.1 Ecrans

S'ils sont prescrits (voir le paragraphe 5.4), les écrans sur conducteurs de câbles unipolaires ou multipolaires consistent en un écran sur l'âme conductrice et un écran sur l'enveloppe isolante.

5.2 Ecran sur l'âme conductrice

L'écran sur l'âme conductrice doit être non métallique et être constitué par un ruban semi-conducteur, ou par une couche extrudée de mélange semi-conducteur, ou encore par une combinaison des deux.

SECTION TWO — CONSTRUCTION

3. Conductors

3.1 Material

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

3.2 Class and form

The conductors shall be either Class 1, Class 2 or Class 3 in accordance with IEC Publication 228, Nominal Cross-sectional Areas and Composition of Conductors of Insulated Cables.

4. Insulation

4.1 Material

Insulation shall be extruded solid dielectric of one of the types given in Sub-clause 1.2 and complying with the appropriate test requirements specified in Section Three of this standard.

4.2 Insulation thickness

- a) The nominal insulation thicknesses are specified in Tables I to V, pages 31 to 35.
- b) The insulation thicknesses given in the tables are based on rated voltages and are applicable only to cables with an outer protective covering.
- c) The average thickness of the insulation shall be not less than the specified nominal value.
- d) The thickness at any place may, however, be less than the specified nominal value provided that the difference does not exceed $0.1 \text{ mm} + 10\%$ of the specified nominal value.
- e) The thickness of any separator or semi-conducting screen on the conductor or over the insulation shall not be included in the thickness of the insulation.

5. Screening of cores

5.1 Core screening

Screening of cores in single and multicore cables, when required (see Sub-clause 5.4), shall consist of conductor screening and insulation screening.

5.2 Conductor screening

Conductor screening shall be non-metallic and shall consist of either semi-conducting tape or a layer of extruded semi-conducting compound, or a combination of the two.

5.3 *Ecran sur l'enveloppe isolante*

- a) L'écran sur l'enveloppe isolante doit être constitué par une partie semi-conductrice non métallique associée à une partie métallique.
- b) La partie non métallique doit être appliquée directement sur l'enveloppe isolante de chaque conducteur et être constituée soit par un ruban semi-conducteur, soit par une couche d'un mélange semi-conducteur extrudé, ou par la combinaison de ces éléments, soit par l'un de ces matériaux avec un enduit semi-conducteur.
- c) La partie métallique doit être appliquée sur chaque conducteur individuel ou sur l'assemblage des conducteurs, et satisfaire à l'article 8.

5.4 *Limites de l'emploi des écrans des conducteurs*

- a) On doit utiliser des écrans sur l'âme des câbles isolés au caoutchouc butyle, au PE et au XLPE dont la tension assignée est supérieure à 1,8/3,0 kV et sur l'âme des câbles isolés au PVC et à l'EPR dont la tension assignée est supérieure à 3,6/6,0 kV.
- b) Sauf indication contraire, on doit utiliser des écrans sur l'enveloppe isolante des câbles isolés au caoutchouc butyle, au PE et au XLPE dont la tension assignée est supérieure à 1,8/3,0 kV et sur l'enveloppe isolante des câbles isolés au PVC et à l'EPR dont la tension assignée est supérieure à 3,6/6,0 kV.

6. **Assemblage des conducteurs, revêtements internes et bourrages**

6.1 *Types de câbles multipolaires*

L'assemblage des câbles multipolaires dépend de la tension assignée et des écrans métalliques ou semi-conducteurs qui peuvent être appliqués sur chaque conducteur.

Les paragraphes 6.2 à 6.6 qui suivent ne s'appliquent pas aux torsades de câbles unipolaires comportant une gaine individuelle.

6.2 *Câbles de tension assignée 0,6/1 kV*

- a) Les câbles multipolaires comportant une armure, un conducteur concentrique, ou tout autre revêtement métallique (voir le paragraphe 7.1), doivent comporter un revêtement interne sur l'assemblage des conducteurs. Le revêtement interne et les bourrages doivent satisfaire au paragraphe 6.6.
- b) Toutefois, pour certaines utilisations particulières, des rubans métalliques peuvent être appliqués directement sur les conducteurs assemblés, sans revêtement interne, à condition que l'épaisseur de chaque ruban ne dépasse pas 0,3 mm.
- c) Pour les câbles ne comportant ni armure, ni conducteur concentrique, ni autre revêtement métallique concentrique (voir le paragraphe 7.1), le revêtement interne peut être omis pour autant que la forme extérieure du câble reste pratiquement cylindrique et qu'il n'y ait pas d'adhérence entre les conducteurs et la gaine.

La gaine peut pénétrer dans les interstices entre conducteurs, sauf dans le cas des gaines thermoplastiques sur conducteurs circulaires ayant des âmes de section supérieure à 10 mm².

Toutefois, si un revêtement interne est appliqué, il n'est pas nécessaire que son épaisseur soit conforme aux paragraphes 6.6e) et 6.6f).

5.3 *Insulation screening*

- a) The insulation screen shall consist of a non-metallic semi-conducting part in combination with a metallic part.
- b) The non-metallic part shall be applied directly upon the insulation of each core and shall consist of either a semi-conducting tape or a layer of extruded semi-conducting compound, or a combination of these materials or either material in combination with a semi-conducting coating.
- c) The metallic part shall be applied over the individual cores or over the core assembly and shall comply with Clause 8.

5.4 *Screening limits for the cores*

- a) Conductor screening shall be employed at rated voltages above 1.8/3.0 kV in cables insulated with butyl rubber, PE and XLPE, and above 3.6/6.0 kV in cables insulated with PVC and EPR.
- b) Insulation screening shall be employed at rated voltages above 1.8/3.0 kV in cables insulated with butyl rubber, PE and XLPE, and above 3.6/6.0 kV in cables insulated with PVC and EPR, except where otherwise stated.

6. **Assembly of cores, inner coverings and fillers**

6.1 *Different types of multicore cables*

The assembly of multicore cables depends on the rated voltage and whether a metallic or semi-conducting screen is applied to each core.

The following Sub-clauses 6.2 to 6.6 do not apply to assemblies of sheathed single-core cables.

6.2 *Cables with rated voltage 0.6/1 kV*

- a) Multicore cables with armour, concentric conductor or other metallic layer (see Sub-clause 7.1) shall have an inner covering over the laid-up cores. The inner covering and fillers shall comply with Sub-clause 6.6.
- b) For special applications, however, metallic tapes may be applied directly over the assembled cores, omitting the inner covering, provided the nominal thickness of each tape does not exceed 0.3 mm.
- c) For cables having neither armour nor concentric conductor, nor other concentric metallic layer (see Sub-clause 7.1), the inner covering may be omitted provided the outer shape of the cable remains practically circular and no adhesion occurs between cores and sheath.

The sheath may penetrate into the interstices of the cores, except in the case of thermoplastic sheaths over circular cores with conductors exceeding 10 mm².

If, however, an inner covering is applied, its thickness need not comply with Sub-clauses 6.6e) and 6.6f).

6.3 Câbles à champ non radial de tension assignée supérieure à 0,6/1 kV

Ce type de câble doit être conforme au paragraphe 6.2a). Le revêtement interne et les bourrages doivent être non hygroscopiques.

6.4 Câbles à champ radial, de tension assignée supérieure à 0,6/1 kV, et comportant un écran métallique sur chaque conducteur

Ces câbles doivent être conformes aux paragraphes 6.2a) et 6.2c) et 11.10.

Les écrans métalliques des conducteurs doivent être en contact entre eux.

6.5 Câbles à champ radial de tension assignée supérieure à 0,6/1 kV, avec seulement écran métallique concentrique sur l'assemblage des conducteurs

Ces câbles doivent être conformes au paragraphe 6.2a).

Le revêtement interne doit être semi-conducteur; les bourrages peuvent être semi-conducteurs.

6.6 Revêtement interne et bourrages

- a) Le revêtement interne peut être extrudé ou rubané.
- b) Pour les câbles à conducteurs circulaires, à l'exception des câbles à plus de cinq conducteurs, un revêtement interne rubané n'est admis que si les interstices entre conducteurs sont convenablement remplis par des éléments de bourrage distincts.
- c) Le revêtement interne et les bourrages doivent être composés d'un matériau convenable. Il est permis d'utiliser comme lien un ruban convenable, posé en forme d'hélice ouverte, avant l'application d'un revêtement interne extrudé.
- d) Le matériau utilisé pour les revêtements internes et les bourrages doit être adapté à la température de service du câble et compatible avec le matériau d'isolation.
- e) L'épaisseur des revêtements internes extrudés doit être conforme aux valeurs du tableau suivant:

Diamètre fictif sur l'assemblage des conducteurs		Epaisseur du revêtement interne extrudé (valeurs approximatives) *
Supérieur à	Inférieur ou égal à	
(mm)	(mm)	(mm)
—	25	1,0
25	35	1,2
35	45	1,4
45	60	1,6
60	80	1,8
80	—	2,0

- f) L'épaisseur approximative * du revêtement rubané doit être de 0,4 mm pour les diamètres fictifs sur assemblages des conducteurs inférieurs ou égaux à 40 mm et de 0,6 mm pour les diamètres supérieurs.

* Voir la définition de la « valeur approximative » au paragraphe 2.1b).

6.3 *Non-radial field cables with rated voltage above 0.6/1 kV*

This type of cable shall comply with the requirements of Sub-clause 6.2a). The inner covering and fillers shall be non-hygrosopic.

6.4 *Radial field cables with rated voltage above 0.6/1 kV having a metallic screen over each individual core*

Cables shall comply with the requirements of Sub-clauses 6.2a) and 6.2c) and 11.10.

The metallic screens of the cores shall be in contact with each other.

6.5 *Radial field cables with rated voltage above 0.6/1 kV having only a concentric metallic screen over the assembly*

Cables shall comply with the requirements of Sub-clause 6.2a).

The inner covering shall be semi-conducting; the fillers may be semi-conducting.

6.6 *Inner covering and fillers*

- a) The inner covering may be extruded or lapped.
- b) For cables with circular cores, except cables with more than five cores, a lapped inner covering shall be permitted only if the interstices between the cores are substantially filled by separated units.
- c) The inner coverings and fillers shall be of suitable materials. An open helix of suitable tape is permitted as a binder before application of an extruded inner covering.
- d) The material used for inner coverings and fillers shall be suitable for the operating temperature of the cable and compatible with the insulating material.
- e) The thickness of extruded inner coverings shall be derived from the following table:

Fictitious diameter over laid-up cores		Thickness of extruded inner covering (approximate values)*
Above	Up to and including	
(mm)	(mm)	(mm)
—	25	1.0
25	35	1.2
35	45	1.4
45	60	1.6
60	80	1.8
80	—	2.0

- f) The approximate * thickness of lapped covering shall be 0.4 mm for fictitious diameters over laid-up cores up to and including 40 mm and 0.6 mm for larger diameters.

* See definition of "approximate value" in Sub-clause 2.1b).

7. Revêtements métalliques des câbles unipolaires ou multipolaires

7.1 Types de revêtements métalliques

Les types de revêtements métalliques suivants sont inclus dans cette norme:

- a) écran métallique (voir l'article 8);
- b) conducteur concentrique (voir l'article 9);
- c) gaine métallique (voir l'article 10);
- d) armure métallique (voir l'article 11).

7.2 Utilisation des revêtements métalliques

- a) Les câbles dont la tension assignée entre conducteur et terre (U_0) est égale à 0,6 kV peuvent comporter un revêtement métallique entourant complètement le ou les conducteurs.

Note. — Le choix entre les câbles avec ou sans gaine métallique dépend des règlements nationaux et des règles d'installation en vue des précautions à prendre contre les risques d'avarie mécanique ou de contact électrique direct.

Quand un revêtement métallique existe, il doit être conforme au paragraphe 7.2b).

- b) Les câbles dont la tension assignée entre conducteur et terre (U_0) est supérieure à 0,6 kV doivent comporter un élément métallique individuel ou collectif sur les conducteurs. Ce revêtement métallique doit correspondre à un ou plusieurs des types énumérés au paragraphe 7.1 et ne doit pas être magnétique quand il est appliqué sur les conducteurs individuels de câbles unipolaires ou multipolaires.

8. Ecran métallique

8.1 Construction

L'écran métallique doit être constitué d'un ou de plusieurs rubans, d'une tresse, ou d'une nappe concentrique de fils.

Il peut être aussi constitué d'une gaine ou, dans le cas d'un écran collectif, d'une armure satisfaisant aux paragraphes 8.2 et 8.3.

- 8.2 Les vides dans l'écran doivent être conformes aux règles et/ou aux normes nationales.

8.3 Prescriptions

Les prescriptions relatives aux dimensions et aux caractéristiques physiques et électriques des écrans métalliques doivent être définies par les règles et/ou les normes nationales.

8.4 Ecrans métalliques non associés à une couche semi-conductrice

Il n'est pas nécessaire d'associer une couche semi-conductrice aux écrans métalliques utilisés pour des tensions assignées inférieures ou égales à 1,8/3,0 kV pour les isolations butyle, PE, XLPE et inférieures ou égales à 3,6/6,0 kV pour les isolations PVC et EPR.

7. Metallic layers for single-core and multicore cables

7.1 Types of metallic layers

The following types of metallic layers are included in this standard:

- a) metallic screen (see Clause 8);
- b) concentric conductor (see Clause 9);
- c) metallic sheath (see Clause 10);
- d) metallic armour (see Clause 11).

7.2 Application of metallic layers

- a) Cables with rated voltage between conductor and earth (U_0) equal to 0.6 kV may have a metallic layer completely surrounding the core(s).

Note. — The choice between cables having and cables not having a metallic layer depends upon national regulations and installation practices for the prevention of possible dangers from mechanical damage or direct electrical contact.

When a metallic layer is provided, it shall be in accordance with Sub-clause 7.2b).

- b) Cables with rated voltage between conductor and earth (U_0) greater than 0.6 kV shall have a metallic layer surrounding the cores either individually or collectively. This metallic layer shall be one or more of the types listed in Sub-clause 7.1 and shall be non-magnetic when applied to individual cores of either single-core or multicore cables.

8. Metallic screen

8.1 Construction

The metallic screen shall consist of either one or more tapes, or braid, or a concentric layer of wires.

It may also be a sheath or, in the case of a collective screen, an armour which complies with Sub-clauses 8.2 and 8.3.

- 8.2 Gaps in the screen shall comply with national regulations and/or standards.

8.3 Requirements

The dimensional, physical and electrical requirements of the metallic screen shall be determined by national regulations and/or standards.

8.4 Metallic screens not associated with semi-conducting layers

Where metallic screens are employed at rated voltages up to and including 1.8/3.0 kV with butyl rubber, PE and XLPE insulation and up to and including 3.6/6.0 kV with PVC and EPR insulation, these need not be associated with semi-conducting layers.

9. Conducteur concentrique

9.1 Construction

Les vides dans le conducteur concentrique doivent être conformes aux règles et/ou aux normes nationales.

9.2 Prescriptions

La résistance électrique et le matériau du conducteur concentrique doivent être définis par les règles et/ou les normes nationales.

9.3 Disposition du conducteur concentrique

Quand un conducteur concentrique est prévu, il doit être appliqué sur le revêtement interne dans le cas des câbles multipolaires; dans le cas des câbles unipolaires, il doit être appliqué directement sur l'enveloppe isolante ou sur l'écran semi-conducteur recouvrant l'enveloppe isolante, ou bien sur un revêtement interne approprié.

10. Gaine métallique

A l'étude.

11. Armure métallique

11.1 Types d'armures métalliques

Les types d'armures envisagés dans cette norme sont:

- a) armure de fils méplats;
- b) armure de fils ronds;
- c) armure constituée par deux rubans.

11.2 Matériaux

Les fils ronds et méplats peuvent, par exemple, être en acier galvanisé, en acier plombé, en aluminium ou en alliage d'aluminium.

Les rubans peuvent être en acier, en acier galvanisé, en aluminium ou en alliage d'aluminium.

Les rubans d'acier peuvent être laminés à froid ou à chaud, de qualité commerciale.

11.3 Dans le choix du matériau constituant l'armure, on doit apporter une attention particulière aux possibilités de corrosion, non seulement du point de vue de la sécurité mécanique, mais aussi du point de vue de la sécurité électrique, surtout lorsque l'armure est utilisée comme écran (voir le paragraphe 8.1).

11.4 L'armure des câbles unipolaires utilisés dans des circuits à courant alternatif doit être constituée d'un matériau non magnétique, à moins qu'une construction spéciale ne soit adoptée.

11.5 Disposition de l'armure

- a) Quand une armure est prévue sur des câbles multipolaires, elle doit être appliquée sur un revêtement interne conforme au paragraphe 6.6 (sauf dans le cas du paragraphe 6.2b)).

9. Concentric conductor

9.1 Construction

Gaps in the concentric conductor shall comply with national regulations and/or standards.

9.2 Requirements

The electrical resistance and material of the concentric conductor shall be determined by national regulations and/or standards.

9.3 Application

When a concentric conductor is required, it shall be applied over the inner covering in the case of multicore cables; in the case of single-core cables, it shall be applied either directly over the insulation or over the semi-conducting insulation screen, or over a suitable inner covering.

10. Metallic sheath

Under consideration.

11. Metallic armour

11.1 Types of metallic armours

The armour types covered by this standard are:

- a) flat-wire armour;
- b) round-wire armour;
- c) double-tape armour.

11.2 Materials

Round or flat wires may consist, for example, of galvanized steel, lead-coated steel, aluminium or aluminium alloy.

Tapes may consist of steel, galvanized steel, aluminium or aluminium alloy.

The steel tape may be hot or cold rolled of commercial quality.

- 11.3 When choosing the material of the armour, special consideration shall be given to the possibility of corrosion, not only for mechanical safety, but also for electrical safety, especially when the armour is used as a screen (see Sub-clause 8.1).

- 11.4 The armour of single-core cables for use on a.c. circuits shall consist of non-magnetic material, unless a special construction is chosen.

11.5 Application of armour

- a) When an armour is required in the case of multicore cables, it shall be applied on an inner covering complying with Sub-clause 6.6 (except for special applications (see Sub-clause 6.2b)).

- b) Dans le cas des câbles unipolaires, un revêtement extrudé ou rubané, dont l'épaisseur est définie aux paragraphes 6.6e) et 6.6f), doit être disposé sous l'armure, s'il n'y a pas d'écran.
- c) Pour les câbles unipolaires ou multipolaires, une gaine de séparation doit être appliquée sous l'armure, à la place ou en plus du revêtement interne, dans le cas où cela est nécessaire comme il est indiqué au paragraphe 11.10.

11.6 Dimensions des fils et des rubans d'armure

Les dimensions des fils et des rubans d'armure doivent être de préférence les suivantes:

Fils d'armure ronds (acier galvanisé, aluminium ou alliage d'aluminium):

0,8 — 1,25 — 1,6 — 2,0 — 2,5 — 3,15 mm de diamètre.

Fils d'armure méplats (acier galvanisé):

0,8 — 1,2 — 1,4 mm d'épaisseur.

Rubans d'armure en acier:

0,2 — 0,5 — 0,8 mm d'épaisseur.

(Les épaisseurs des fils méplats et des rubans d'armure en aluminium ou alliage d'aluminium sont à l'étude.)

Les dimensions des fils ou des rubans d'armure ne doivent pas être inférieures aux valeurs nominales suivantes:

- 5% pour les fils ronds;
- 8% pour les fils méplats;
- 10% pour les rubans d'acier.

11.7 Correspondance entre les diamètres des câbles et les dimensions des armures

Les diamètres nominaux des fils ronds d'armure et les épaisseurs nominales des rubans et fils méplats d'armure ne doivent pas être inférieurs aux valeurs indiquées dans les tableaux suivants:

a) Fils d'armure ronds

Diamètre fictif sous l'armure		Diamètre du fil d'armure
Supérieur à	Inférieur ou égal à	
(mm)	(mm)	(mm)
—	15	0,8
15	25	1,6
25	35	2,0
35	60	2,5
60	—	3,15

- b) In the case of single-core cables, a covering, extruded or lapped, of the thickness specified in Sub-clauses 6.6e) and 6.6f), shall be applied under the armour if there is no screen.
- c) In both single-core and multicore cables, a separation sheath shall be applied under the armour instead of, or in addition to, the inner covering if necessary, as specified in Sub-clause 11.10.

11.6 Dimensions of the armour wires and armour tapes

The dimensions of the armour wires and armour tapes shall preferably be as follows:

Round armour wires (galvanized steel, aluminium or aluminium alloy):

0.8 — 1.25 — 1.6 — 2.0 — 2.5 — 3.15 mm diameter.

Flat armour wires (galvanized steel):

0.8 — 1.2 — 1.4 mm thickness.

Steel armour tapes:

0.2 — 0.5 — 0.8 mm thickness.

(The thicknesses of flat armour wires and armour tapes of aluminium and aluminium alloy are under consideration.)

The dimensions of armour wires and tapes shall not fall below the nominal value by more than:

- 5% for round wires;
- 8% for flat wires;
- 10% for steel tapes.

11.7 Correlation between cable diameters and armour dimensions

The nominal diameters of round armour wires and the nominal thicknesses of the armour tapes and flat wires shall be not less than the values given in the following tables:

a) Round armour wires

Fictitious diameter under the armour		Diameter of armour wire
Above	Up to and including	
(mm)	(mm)	(mm)
—	15	0.8
15	25	1.6
25	35	2.0
35	60	2.5
60	—	3.15

b) Rubans d'armure en acier

Diamètre fictif sous l'armure		Epaisseur du ruban
Supérieur à	Inférieur ou égal à	
(mm)	(mm)	(mm)
—	30	0,2
30	70	0,5
70	—	0,8

Note. — Ce tableau ne s'applique pas aux câbles mentionnés au paragraphe 6.2b) comportant des rubans d'acier appliqués directement sur les conducteurs.

c) Fils d'armure méplats

Pour les diamètres fictifs sous l'armure supérieurs à 15 mm, l'épaisseur des fils d'acier méplats est habituellement de 0,8 mm.

11.8 *Armure de fils ronds ou méplats*

- a) Les fils de l'armure doivent être jointifs, c'est-à-dire avec un jeu minimal entre fils adjacents. Un ruban d'acier galvanisé d'épaisseur nominale de 0,5 mm peut être disposé en forme d'hélice ouverte sur une armure de fils d'acier méplats ou ronds, si cela est nécessaire. Les tolérances du paragraphe 11.6 s'appliquent à ce ruban d'acier.
- b) Les câbles de diamètre sous armure inférieur à 15 mm ne doivent pas recevoir d'armure de fils méplats.

11.9 *Armure de rubans*

- a) Quand une armure de rubans est utilisée, l'épaisseur du revêtement interne définie au paragraphe 6.6 doit être renforcée par un matelas rubané, dont l'épaisseur nominale doit être de 0,5 mm pour les rubans de 0,2 mm, et de 0,8 mm pour les rubans de plus de 0,2 mm. Quand une gaine de séparation est prévue, le matelas supplémentaire n'est pas nécessaire. L'épaisseur minimale en un point quelconque ne doit pas être inférieure à la valeur nominale de plus de 0,2 mm + 20%.
- b) Les rubans doivent être posés en hélice, en deux couches de façon que le ruban externe soit approximativement centré sur l'intervalle entre spires du ruban interne. L'intervalle entre deux spires adjacentes de chaque ruban ne doit pas dépasser 50% de la largeur du ruban.

11.10 *Gaine de séparation*

- a) Lorsque l'écran métallique et l'armure appliquée sur l'écran sont constitués de métaux différents, ils doivent être séparés par une gaine étanche extrudée.
- b) L'épaisseur nominale de cette gaine, arrondie à 0,1 mm près, doit être conforme à la formule suivante:

$$T_s = 0,02 D_u + 0,6 \text{ mm}$$

b) Steel armour tapes

Fictitious diameter under the armour		Thickness of tape
Above	Up to and including	
(mm)	(mm)	(mm)
—	30	0.2
30	70	0.5
70	—	0.8

Note. — This table does not apply to the cables to which reference is made in Sub-clause 6.2b) having steel tapes applied directly over the assembled cores.

c) Flat steel armour wires

For fictitious diameters under the armour above 15 mm, the thickness of the flat steel wire is usually 0.8 mm.

11.8 *Round or flat wire armour*

- a) The wire armour shall be closed, i.e. with a minimum gap between adjacent wires. An open helix consisting of galvanized steel tape of minimum nominal thickness 0.3 mm may be provided over flat steel wire armour and over round steel wire armour if necessary. Tolerances on this steel tape shall comply with Sub-clause 11.6.
- b) Cables with a diameter under armour less than 15 mm shall not be armoured with flat wires.

11.9 *Tape armour*

- a) When a tape armour is applied, the thickness of the inner covering specified in Sub-clause 6.6 shall be reinforced by a taped bedding, the nominal thickness of which shall be 0.5 mm if the armour tape thickness is 0.2 mm, and 0.8 mm if the armour tape thickness is more than 0.2 mm. If a separating sheath is provided, the additional tape bedding is not necessary. The minimum thickness at any point shall not fall below the nominal value by more than $0.2 \text{ mm} \pm 20\%$.
- b) The tape armour shall be applied helically in two layers so that the outer tape is approximately central over the gap of the inner tape. The gap between adjacent turns of each tape shall not exceed 50% of the width of the tape.

11.10 *Separation sheath*

- a) Where the metal screen and the armour applied over the screen are of different metals, the two shall be separated by an impervious extruded sheath.
- b) The nominal thickness of this sheath, rounded to the nearest 0.1 mm, shall be derived from the formula:

$$T_s = 0.02 D_u + 0.6 \text{ mm}$$

où D_n est le diamètre fictif sous la gaine, calculé comme il est indiqué à l'annexe A. La plus petite épaisseur nominale doit être de 1,2 mm. L'épaisseur minimale en un point quelconque ne doit pas être inférieure à 80% de la valeur nominale de plus de 0,2 mm.

- c) En milieu sec, un rubanage de papier imprégné ou de matériau non hygroscopique appliqué à recouvrement et d'une épaisseur minimale de 0,8 mm peut être substitué à une gaine extrudée.
- d) La qualité du matériau utilisé pour la gaine de séparation doit convenir à la température de service du câble.

12. Gaine extérieure non métallique

12.1 Généralités

Tous les câbles doivent comporter une gaine extérieure non métallique, sauf dans quelques cas d'emploi où les types de câbles suivants peuvent ne pas l'imposer:

- a) câbles comportant un conducteur de neutre concentrique en cuivre recouvert d'une protection métallique;
- b) câbles comportant une armure de fils d'acier galvanisé;
- c) câbles comportant une gaine métallique.

12.2 Matériau

- a) La gaine extérieure doit être formée d'un mélange thermoplastique (PVC, polyéthylène ou matériaux similaires) ou d'un mélange élastomère vulcanisé (polychloroprène, polyéthylène chlorosulfoné ou matériaux analogues).
- b) Les prescriptions pour les types de mélanges habituellement utilisés sont spécifiées aux tableaux IX à XIII, pages 74 à 80.
- c) Un polymère vulcanisé n'est généralement pas utilisé sur les câbles armés et ne doit pas être utilisé sur les câbles à isolation thermoplastique.

La qualité du matériau de la gaine doit convenir à la température de service du câble.

12.3 Epaisseur de la gaine

- a) L'épaisseur spécifiée de la gaine non métallique doit être calculée à l'aide de la formule suivante:

$$t_s = 0,035 D + 1,0 \text{ mm}$$

où D est le diamètre fictif immédiatement sous la gaine (voir l'annexe A).

Les valeurs calculées à l'aide de la formule doivent être arrondies à 0,1 mm près (voir l'annexe B).

- b) Pour les câbles non armés et les câbles n'entrant pas dans le cas du paragraphe 12.3c), l'épaisseur nominale de la gaine ne doit pas être inférieure à 1,4 mm pour les câbles unipolaires et à 1,8 mm pour les câbles multipolaires.
- c) Pour les câbles armés, dont la gaine est appliquée directement sur l'armure, sur un écran métallique ou sur un conducteur concentrique, l'épaisseur nominale de la gaine ne doit pas être inférieure à 1,8 mm.