

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
502**

Quatrième édition
Fourth edition
1994-08

**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**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 502: 1994

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 électro-technique;*
- 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
502**

Quatrième édition
Fourth edition
1994-08

**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**

© CEI 1994 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 **XA**

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
SECTION 1: GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Définitions	14
SECTION 2: CONSTRUCTION	
3 Ame conductrice	16
4 Enveloppe isolante	16
5 Ecrans sur les conducteurs	18
6 Assemblage des conducteurs, revêtements internes et bourrages	18
7 Revêtements métalliques des câbles monoconducteurs et multiconducteurs	22
8 Ecran métallique	24
9 Conducteur concentrique	24
10 Gaine métallique	24
11 Armure métallique	26
12 Gaine extérieure non métallique	32
Tableaux 1 à 4	36
SECTION 3: PRESCRIPTIONS D'ESSAI	
13 Conditions d'essais	44
14 Essais individuels	44
15 Essais spéciaux	48
16 Essais électriques de type	56
17 Essais de type non électriques	66
18 Essai diélectrique après pose	76
Tableaux 5 à 12	78
Annexes	
A Méthode du calcul fictif pour déterminer les dimensions des revêtements protecteurs	94
B Arrondissement des nombres	106

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
SECTION 1: GENERAL	
Clause	
1 Scope	7
2 Definitions	15
SECTION 2: CONSTRUCTION	
3 Conductors	17
4 Insulation	17
5 Screening of cores	19
6 Assembly of cores, inner coverings and fillers	19
7 Metallic layers for single-core and multicore cables	23
8 Metallic screen	25
9 Concentric conductor	25
10 Metallic sheath	25
11 Metallic armour	27
12 Non-metallic outer sheath	33
Tables 1 to 4	37
SECTION 3: TEST REQUIREMENTS	
13 Test conditions	45
14 Routine tests	45
15 Special tests	49
16 Type tests, electrical	57
17 Type tests, non-electrical	67
18 Electrical test after installation	77
Tables 5 to 12	79
Annexes	
A The fictitious calculation method for determination of dimensions of protective coverings	95
B Rounding of numbers	107

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 502 a été établie par le sous-comité 20A: Câbles de haute tension, du comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 1983, l'amendement 1 (1984), l'amendement 2 (1987), l'amendement 3 (1989), l'amendement 4 (1990) et l'amendement 5 (1993). Cette quatrième édition constitue une révision technique.

Le texte de la présente norme est issu de la troisième édition, des amendements 1 à 5 et des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
20A(BC)152	20A(BC)162

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 annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 502 has been prepared by sub-committee 20A: High-voltage cables, of IEC technical committee 20: Electric cables.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1983, amendment 1 (1984), amendment 2 (1987), amendment 3 (1989), amendment 4 (1990) and amendment 5 (1993). This fourth edition constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the third edition, amendments 1 to 5 and on the following documents:

DIS	Report on voting
20A(CO)152	20A(CO)162

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

Annexes A and B are for information only.

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

Section 1: 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 avec isolations extrudées en diélectriques massifs des types énumérés en 1.2, pour des tensions assignées (U) comprises entre 1 kV et 30 kV (voir 1.3), pour installations fixes.

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

1.1.1 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 38: 1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60: *Techniques des essais à haute tension*

CEI 183: 1984, *Guide pour le choix des câbles à haute tension*

CEI 228: 1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 230: 1966, *Essais de choc des câbles et de leurs accessoires*

CEI 287: 1982, *Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100 %)*

CEI 332-1: 1979, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Première partie: Essai effectué sur un câble vertical isolé*

CEI 811: *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques*

CEI 885-2: 1987, *Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques – Deuxième partie: Essais de décharges partielles*

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

Section 1: General

1 Scope

1.1 General

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

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

1.1.1 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 38: 1983, *IEC standard voltages*

IEC 60: *High-voltage test techniques*

IEC 183: 1984, *Guide to the selection of high-voltage cables*

IEC 228: 1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 230: 1966, *Impulse tests on cables and their accessories*

IEC 287: 1982, *Calculation of the continuous current rating of cables (100 % load factor)*

IEC 332-1: 1979, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 811: *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables*

IEC 885-2: 1987, *Electrical test methods for electric cables – Part 2: Partial discharge tests*

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
a) Mélanges thermoplastiques:	
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 $U_o/U \leq 1,8/3$ 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 $U_o/U > 1,8/3$ kV	PVC/B
Mélange isolant à base de polyéthylène thermoplastique	PE
b) Mélanges élastomères ou réticulés:	
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_o/U (U_m) des câbles prévus par cette norme sont les suivantes*:

U_o/U (U_m) = 0,6/1 – 1,8/3 (3,6) – 3,6/6 (7,2) – 6/10 (12) – 8,7/15 (17,5) – 12/20 (24) – 18/30 (36) kV efficace.

Dans les désignations de tensions des câbles U_o/U (U_m) données ci-dessus

U_o 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;

U_m est la valeur maximale de la «tension la plus élevée du réseau» pour laquelle le matériel peut être utilisé (voir CEI 38).

La tension assignée d'un câble, pour une application donnée, doit être adaptée aux conditions d'exploitation du réseau dans lequel il est utilisé. Pour faciliter le choix du câble, les réseaux sont divisés en trois catégories:

Catégorie A: Cette catégorie comprend les réseaux dans lesquels tout conducteur de phase qui entre en contact avec la terre ou avec un conducteur de terre est déconnecté du réseau en moins de 1 min.

* Les valeurs normales de U_o indiquées dans ce paragraphe sont données dans la CEI 38: Tensions normales de la CEI (tableau IV, série I), et la CEI 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 CEI 38). U_m est la «tension la plus élevée du réseau».

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.

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
a) <i>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	PVC/A
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	PVC/B
Insulating compound based on thermoplastic polyethylene	PE
b) <i>Elastomeric or thermosetting:</i>	
Insulating compound based on ethylene propylene rubber or similar (EPM or EPDM)	EPR
Insulating compound based on chemically cross-linked polyethylene	XLPE

1.3 Rated voltages

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

$U_o/U (U_m) = 0,6/1 - 1,8/3 (3,6) - 3,6/6 (7,2) - 6/10 (12) - 8,7/15 (17,5) - 12/20 (24) - 18/30 (36)$ kV r.m.s.

In the voltage designation of cables $U_o/U (U_m)$ given above

- U_o 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;
- U_m is the maximum value of the "highest system voltage" for which the equipment may be used (see IEC 38).

The rated voltage of the cable for a given application shall be suitable for the operating conditions in the system in which the cable is used. To facilitate the selection of the cable, systems are divided into three categories:

- Category A: This category comprises those systems in which any phase conductor that comes in contact with earth or an earth conductor, is disconnected from the system within 1 min.

* The standard values of U_o given in this subclause are taken from IEC 38: IEC Standard Voltages (Tables IV, Series I), and IEC 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 38). U_m is the "highest system voltage".

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 subclause. The latter are the correct recommended designations.

Catégorie B: Cette catégorie comprend les réseaux qui, en régime de défaut, continuent à être exploités pendant un temps limité avec une phase à la terre. Selon la CEI 183, il est prévu que cette durée ne dépasse pas 1 h. Pour les câbles couverts par la présente norme, une durée plus longue peut être tolérée, ne dépassant cependant 8 h en aucun cas, la durée cumulée des défauts à la terre sur une année quelconque ne dépassant pas 125 h.

Catégorie C: Cette catégorie comprend tous les réseaux qui n'entrent pas dans les catégories A et B.

NOTE – Il convient d'avoir à l'esprit que, dans un réseau où un défaut à la terre n'est pas isolé automatiquement et rapidement, les contraintes supplémentaires supportées par l'isolation des câbles pendant la durée du défaut réduisent la vie des câbles dans une certaine proportion. Si l'on prévoit que le réseau fonctionnera assez souvent avec un défaut permanent, il peut être prudent de classer le réseau dans une catégorie supérieure.

Les valeurs recommandées de U_0 pour les câbles utilisés dans les réseaux triphasés sont indiquées ci-après:

Tension la plus élevée du réseau (U_m) kV	Tension assignée (U_0) kV	
	Catégories A et B	Catégorie C
1,2	0,6	0,6
3,6	1,8	3,6
7,2	3,6	6,0
12,0	6,0	8,7
17,5	8,7	12,0
24,0	12,0	18,0
36,0	18,0	

Category B: This category comprises those systems which, under fault conditions, are operated for a short time with one phase earthed. This period, according to IEC 183, should not exceed 1 h. For cables covered by this standard, a longer period, not exceeding 8 h on any occasion, can be tolerated. The total duration of earth faults in any year should not exceed 125 h.

Category C: This category comprises all systems which do not fall into categories A and B.

NOTE – It should be realized that in a system where an earth fault is not automatically and promptly isolated, the extra stresses on the insulation of cables during the earth fault reduce the life of the cables to a certain degree. If the system is expected to be operated fairly often with a permanent earth fault, it may be advisable to classify the system in a higher category.

The values of U_0 recommended for cables to be used in three-phase systems are listed below:

Highest system voltage (U_m) kV	Rated voltage (U_0) kV	
	Categories A and B	Category C
1,2	0,6	0,6
3,6	1,8	3,6
7,2	3,6	6,0
12,0	6,0	8,7
17,5	8,7	12,0
24,0	12,0	18,0
36,0	18,0	

1.4 Températures assignées maximales des différents mélanges isolants

Mélange isolant	Température assignée maximale de l'âme °C	
	Service normal ¹⁾	Court-circuit (durée maximale 5 s)
Polychlorure de vinyle ou copolymère de chlorure et d'acétate de vinyle (PVC)	70	160
Polyéthylène thermoplastique (PE)	70 ²⁾	130 ³⁾
Polyéthylène réticulé (XLPE)	90	250
Caoutchouc d'éthylène-propylène (EPR)	90	250

1) 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 CEI 287.

2) 75 °C pour le PE de masse volumique supérieure à 0,940 g/cm³ à 23 °C.

3) 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, si, par exemple, 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 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 est important que les accessoires utilisés dans le réseau des câbles avec jonctions mécaniques et/ou soudées conviennent à la température adoptée pour le câble.

1.4 Highest rated temperatures for the different types of insulating compound

Insulating compound	Maximum rated conductor temperature °C	
	Normal operation ¹⁾	Short-circuit (5 s maximum duration)
Polyvinyl chloride or copolymer of vinyl chloride and vinyl acetate (PVC)	70	160
Thermoplastic polyethylene (PE)	70 ²⁾	130 ³⁾
Cross-linked polyethylene (XLPE)	90	250
Ethylene propylene rubber (EPR)	90	250
¹⁾ It is essential that dielectric losses are taken into account when U_o is equal to or greater than the values given in IEC 287. ²⁾ 75 °C for PE of density higher than 0,940 g/cm ³ at 23 °C. ³⁾ 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 shall 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 screen 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.

1.5 *Température assignée maximale de l'âme du câble, à laquelle chaque type de gaine extérieure peut être utilisée*

Mélange pour gaine	Température maximale de l'âme en service normal (°C)
ST ₁	80
ST ₂	90
ST ₃	80
ST ₇	90
SE ₁	85

Les mélanges pour gaines peuvent être utilisés sur les câbles pour lesquels la température maximale de service est de 5 °C supérieure aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus, si la tension assignée est supérieure ou égale à:

- pour les gaines ST₃, ST₇ et SE₁: 6/10 (12) kV;
- pour les gaines ST₁ et ST₂: 18/30 (36) kV.

ST₁ et ST₂ sont des classes de mélanges pour gaines à base de PVC.

ST₃ et ST₇ sont des classes de mélanges pour gaines à base de polyéthylène thermoplastique.

SE₁ est une classe de mélanges élastomères pour gaines à base de polychloroprène, polyéthylène chlorosulfoné ou polymères similaires.

2 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

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

a) Valeur nominale

Valeur par laquelle une grandeur est dénommée et qui est souvent utilisée dans les tableaux. Régulièrement, dans cette norme, 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 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 de calcul fictif» définie à l'annexe A.

1.5 *Rated maximum conductor temperature of cable for which each type of oversheath may be used*

Sheathing compound	Maximum conductor temperature for normal operation (°C)
ST ₁	80
ST ₂	90
ST ₃	80
ST ₇	90
SE ₁	85

The sheathing compounds may be used on cables for which the maximum operating temperatures are 5 °C above the values given in the table when the rated voltages are equal to or greater than the following:

- for ST₃, ST₇ and SE₁ sheaths: 6/10 (12) kV;
- for ST₁ and ST₂ sheaths: 18/30 (36) kV.

ST₁ and ST₂ are classes of sheathing compounds based on PVC.

ST₃ and ST₇ are classes of sheathing compound based on thermoplastic polyethylene.

SE₁ is a class of elastomeric sheathing compound based on polychloroprene, chlorosulfonated polyethylene or similar polymers.

2 Definitions

For the purposes of this International Standard the following definitions apply:

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

a) Nominal value

Value by which a quantity is designated and which is often used in tables. Usually, in this standard, 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 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 annex 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 fabricant et acheteur (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 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.

d) Essais d'installation

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

Section 2: Construction

3 Ame conductrice

Les conducteurs doivent être de classe 1 ou 2 en cuivre recuit, nu ou revêtu d'une couche métallique, ou en aluminium ou alliage d'aluminium nu ou revêtu d'une couche métallique conformément à la CEI 228.

4 Enveloppe isolante

4.1 Matériau

L'enveloppe isolante doit être constituée par un diélectrique massif extrudé, de l'un des types énumérés en 1.2 et satisfaisant aux essais prescrits dans la section 3 de la présente norme.

4.2 Epaisseur de l'enveloppe isolante

a) Les épaisseurs nominales de l'enveloppe isolante sont spécifiées dans les tableaux 1 à 4.

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.

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 manufacturer and purchaser (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 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.

d) Installation tests

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

Section 2: Construction

3 Conductors

The conductors shall be either of class 1 or class 2 of plain or metal-coated annealed copper or of plain or metal-coated aluminium or aluminium alloy in accordance with IEC 228.

4 Insulation

4.1 Material

Insulation shall be extruded solid dielectric of one of the types listed in 1.2 and complying with the appropriate test requirements specified in section 3 of this standard.

4.2 Insulation thickness

a) The nominal insulation thicknesses are specified in tables 1 to 4.

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) 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 mm + 10 % de la valeur nominale spécifiée.
- e) L'épaisseur d'un séparateur ou d'un écran semi-conducteur disposé 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 ont prescrits (voir 5.4), les écrans sur conducteurs de câbles monoconducteurs ou multiconducteurs 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.

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 PE et au XLPE dont la tension assignée est supérieure à 1,8/3,0 (3,6) 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 (7,2) kV.
- b) Sauf indication contraire, il est nécessaire d'utiliser des écrans sur l'enveloppe isolante des câbles isolés au PE et au XLPE dont la tension assignée est supérieure à 1,8/3,0 (3,6) 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 (7,2) kV.

6 Assemblage des conducteurs, revêtements internes et bourrages

6.1 Types de câbles multiconducteurs

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

- 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 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 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 Insulating 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 (3,6) kV in cables insulated with PE and XLPE, and above 3,6/6,0 (7,2) kV in cables insulated with PVC and EPR.
- b) Insulation screening shall be employed at rated voltages above 1,8/3,0 (3,6) kV in cables insulated with PE and XLPE, and above 3,6/6,0 (7,2) 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.

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

6.2 Câbles de tension assignée 0,6/1 kV

a) Les câbles multiconducteurs comportant une armure, un conducteur concentrique, ou tout autre revêtement métallique (voir 7.1), doivent comporter un revêtement interne sur l'assemblage des conducteurs. Le revêtement interne et les bourrages doivent satisfaire à 6.6.

b) Toutefois, des rubans métalliques peuvent être appliqués directement sur l'assemblage des conducteurs, sans revêtement interne, à condition que l'épaisseur nominale de chaque ruban n'excède pas 0,3 mm et que le câble complet satisfasse à l'essai prescrit en 17.18.

c) Pour les câbles ne comportant ni armure, ni conducteur concentrique, ni autre revêtement métallique concentrique (voir 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 les 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 points e) et f) de 6.6.

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

Ce type de câble doit être conforme au point a) de 6.2. 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 points a) et c) de 6.2 et en 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 un écran métallique concentrique sur l'assemblage des conducteurs

Ces câbles doivent être conformes au point a) de 6.2.

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 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 bourrages 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.

The following subclauses 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 7.1) shall have an inner covering over the laid-up cores. The inner covering and fillers shall comply with 6.6.

b) Metallic tapes may, however, be applied directly over the assembled cores, omitting the inner covering, provided that the nominal thickness of each tape does not exceed 0,3 mm and that the completed cable complies with the test specified in 17.18.

c) For cables having neither armour nor concentric conductor, nor other concentric metallic layer (see 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 Items e) and f) of 6.6.

6.3 Non-radial field cables with rated voltage above 0,6/1 kV

This type of cable shall comply with Item a) of 6.2. The inner covering and fillers shall be non-hygroscopic.

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 Items a) and c) of 6.2 and with 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 Item a) of 6.2.

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) 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.

7 Revêtements métalliques des câbles monoconducteurs et multiconducteurs

7.1 Types de revêtements métalliques

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

- a) écran métallique (voir article 8);
- b) conducteur concentrique (voir article 9);
- c) gaine métallique (voir article 10);
- d) armure métallique (voir 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 point b) de 7.2.

- 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 en 7.1 et ne doit pas être magnétique quand il est appliqué sur les conducteurs individuels de câbles monoconducteurs ou multiconducteurs.

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

- 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.

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:

- metallic screen (see clause 8);
- concentric conductor (see clause 9);
- metallic sheath (see clause 10);
- 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 requirements 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 item b) of 7.2.

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. The metallic layer shall be one or more of the types listed in 7.1 and shall be non-magnetic when applied to individual cores of either single-core or multicore cables.

* See definition of "approximate value" in Item b) of 2.1.

8 Ecran métallique

8.1 Construction

L'écran métallique doit être constitué par un ou plusieurs rubans, ou par une tresse, ou par une nappe concentrique de fils, ou par une combinaison de fils et de ruban(s).

Il peut être aussi constitué par une gaine ou, dans le cas d'un écran collectif, par une armure satisfaisant à 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 règlements nationaux 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 (3,6) kV pour les isolations au PE et au XLPE et inférieures ou égales à 3,6/6,0 (7,2) kV pour les isolations au PVC et à l'EPR.

9 Conducteur concentrique

9.1 Construction

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

9.2 Prescriptions

La résistance électrique et le matériau du conducteur concentrique doivent être définis par les règlements nationaux 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 multiconducteurs; dans le cas des câbles monoconducteurs, 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

10.1 Gaine de plomb

L'épaisseur nominale de la gaine de plomb ou alliage de plomb doit être calculée à l'aide de la formule suivante:

a) Pour tous les câbles unipolaires ou assemblage de câbles unipolaires:

$$t_{pb} = 0,03 D_f + 0,8 \text{ mm}$$

8 Metallic screen

8.1 Construction

The metallic screen shall consist of one or more tapes, or braid, or a concentric layer of wires or a combination of wires and tape(s).

It may also be a sheath or, in the case of a collective screen, an armour which complies with 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 (3,6) kV with PE and XLPE insulation and up to and including 3,6/6,0 (7,2) kV with PVC and EPR insulation, these need not be associated with semi-conducting layers.

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

10.1 Lead sheath

The nominal thickness of the lead or lead alloy sheath shall be calculated by the following formula:

a) For all single-core cables or assemblies thereof:

$$t_{pb} = 0,03 D_f + 0,8 \text{ mm}$$

- b) Pour tous les câbles à âmes sectoriales jusqu'à 8,7/15 kV inclus

$$t_{pb} = 0,03 D_f + 0,6 \text{ mm}$$

- c) Pour tous les autres câbles

$$t_{pb} = 0,03 D_f + 0,7 \text{ mm}$$

où:

t_{pb} est l'épaisseur nominale de la gaine de plomb

D_f est le diamètre fictif sous la gaine de plomb (arrondi à la première décimale, selon l'annexe B).

Dans tous les cas, la plus petite épaisseur ne doit pas être inférieure à 1,2 mm. Les valeurs calculées doivent être arrondies à la première décimale (voir annexe B).

10.2 Autres gaines métalliques

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 doivent être en acier galvanisé, en acier plombé, en aluminium ou en alliage d'aluminium.

Les rubans doivent être en acier, en acier galvanisé, en aluminium ou en alliage d'aluminium. Les rubans d'acier doivent être laminés à froid ou à chaud, de qualité commerciale.

11.3 Dans le choix du matériau constituant l'armure, il est nécessaire d'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 8.1).

11.4 L'armure des câbles monoconducteurs utilisés dans des circuits à courant alternatif doit être constituée par 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 multiconducteurs, elle doit être appliquée sur un revêtement interne conforme à 6.6 (sauf dans le cas du point b) de 6.2).
- b) Dans le cas des câbles monoconducteurs, un revêtement extrudé ou rubané, dont l'épaisseur est définie aux points e) et f) de 6.6, doit être disposé sous l'armure, s'il n'y a pas d'écran.

- b) For all cables with sector-shaped conductors up to and including 8,7/15 kV

$$t_{pb} = 0,03 D_f + 0,6 \text{ mm}$$

- c) For all other cables

$$t_{pb} = 0,03 D_f + 0,7 \text{ mm}$$

where

t_{pb} is the nominal thickness of lead sheath

D_f is the fictitious diameter under lead sheath (rounded to the first decimal place in accordance with annex B).

In all cases the smallest thickness shall be 1,2 mm. Calculated values are to be rounded to the first decimal place (see annex B).

10.2 Other metallic sheaths

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 shall be of galvanized steel, lead-coated steel, aluminium or aluminium alloy.

Tapes shall be of steel, galvanized steel, aluminium, or aluminium alloy. Steel tapes, shall 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 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 6.6 (except for special applications, see item b) of 6.2).
- b) In the case of single-core cables, a covering, extruded or lapped, of the thickness specified in items e) and f) of 6.6, shall be applied under the armour if there is no screen.

- c) Si une gaine de séparation est utilisée comme il est indiqué en 11.10, elle doit être appliquée sous l'armure, à la place ou en plus du revêtement interne.

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:

0,8 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 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.

Rubans d'armure en aluminium ou en alliage d'aluminium:

0,5 – 0,8 mm d'épaisseur.

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

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

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

- c) If a separation sheath is used as specified in 11.10, it shall be applied under the armour instead of, or in addition to, the inner covering.

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 wires:

0,8 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 – 4,0 – 5,0 mm diameter.

Flat galvanized steel wires:

0,8 – 1,2 – 1,4 mm thickness.

Tapes of steel:

0,2 – 0,5 – 0,8 mm thickness.

Tapes of aluminium or aluminium alloy:

0,5 – 0,8 mm thickness.

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 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*

Diamètre fictif sous l'armure		Epaisseur du ruban	
Supérieur à	Inférieur ou égal à	Acier ou acier galvanisé	Aluminium ou alliage d'aluminium
mm	mm	mm	mm
-	30	0,2	0,5
30	70	0,5	0,5
70	-	0,8	0,8

NOTE - Ce tableau ne s'applique pas aux câbles mentionnés au point b) de 6.2 comportant des rubans métalliques appliqués directement sur l'assemblage des 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 0,3 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 de 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 prescrite en 6.6 doit être renforcée par un matelas rubané, dont l'épaisseur nominale doit être de 0,5 mm si l'épaisseur des rubans d'armure est de 0,2 mm, et de 0,8 mm si l'épaisseur des rubans d'armure est supérieure à 0,2 mm. Si une gaine de séparation est prévue ou si le revêtement interne est extrudé et satisfait aux prescriptions de 11.10, le matelas rubané supplémentaire n'est pas nécessaire. L'épaisseur totale du revêtement interne et du matelas rubané supplémentaire - mesurée par différence de diamètre - ne doit pas être inférieure à la valeur nominale de plus de 0,2 mm + 20 %. La valeur nominale est obtenue en ajoutant 0,5 mm ou 0,8 mm, suivant le cas, à la valeur donnée en 6.6.

b) Les rubans doivent être posés en hélice, en deux couches, de façon que le ruban externe soit approximativement contré 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'armure et l'écran sont constitués par des métaux différents, ils doivent être séparés par une gaine extrudée imperméable composée de l'un des matériaux indiqués en 12.2.

b) *Armour tapes*

Fictitious diameter under the armour		Thickness of tape	
Above	Up to and including	Steel or galvanized steel	Aluminium or aluminium alloy
mm	mm	mm	mm
-	30	0,2	0,5
30	70	0,5	0,5
70	-	0,8	0,8

NOTE - This table does not apply to the cables to which reference is made in item b) of 6.2 having metallic tapes applied directly over the assembled cores.

c) *Flat-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 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 used, the thickness of the inner covering specified in 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 separation sheath is provided, or if the inner covering is extruded and satisfies the requirements of 11.10, the additional taped bedding is unnecessary. The total thickness of the inner covering and the additional taped bedding - measured by difference in diameter - shall be not less than the nominal value by more than 0,2 mm + 20 %. The nominal value is obtained by adding 0,5 mm or 0,8 mm, as appropriate, to the value given in 6.6.

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) When the metal screen and the armour are of different metals, they shall be separated by an impervious extruded sheath of one of the materials specified in 12.2.

Une gaine satisfaisant aux prescriptions pour une gaine de séparation peut aussi être appliquée sous l'armure d'un câble si l'écran n'est pas d'un métal différent et ce à la place ou en plus d'un revêtement interne.

b) L'épaisseur nominale de cette gaine, arrondie à 0,1 mm près, doit être conforme à la formule suivante:

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

où D_u est le diamètre fictif sous la gaine, calculé comme indiqué dans 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) 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 dans les tableaux 8 à 12.
- c) Le matériau de la gaine doit convenir à la température de service et doit être conforme aux prescriptions de 1.5.

12.3 Épaisseur 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 annexe A).

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

- b) Pour les câbles non armés et les câbles n'entrant pas dans le cas du point c) de 12.3, l'épaisseur nominale de la gaine ne doit pas être inférieure à 1,4 mm pour les câbles monoconducteurs et à 1,8 mm pour les câbles multiconducteurs.
- 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.

A sheath complying with the requirement for a separation sheath may also be applied under the armour of cables not having a screen of a different metal. This may be instead of, or in addition to, an inner covering.

b) The nominal thickness of this sheath, rounded to the nearest 0,1 mm, shall be derived from the formula:

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

where D_u is the fictitious diameter under the sheath, calculated as described in annex A. The smallest nominal thickness shall be 1,2 mm. The minimum thickness at any point shall not fall below 80 % of the nominal value by more than 0,2 mm.

c) The quality of the material used for the separation sheath shall be suitable for the operating temperature of the cable.

12 Non-metallic outer sheath

12.1 General

All cables shall have an outer non-metallic sheath, except that it may not be required on the following types of cable for some conditions of use:

- a) cables with metal-coated concentric neutral copper conductor;
- b) galvanized steel wire armoured cables;
- c) metal-sheathed cables.

12.2 Material

- a) The outer sheath shall consist of thermoplastic compound (PVC, polyethylene or similar materials) or vulcanized elastomeric compound (polychloroprene, chlorosulphonated polyethylene or similar materials).
- b) The test requirements for the types of compound normally used are specified in tables 8 to 12.
- c) The sheathing material shall be suitable for its operating temperature in accordance with 1.5.

12.3 Thickness of the sheath

- a) The nominal thickness of the non-metallic sheath shall be calculated by the following formula:

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

where D is the fictitious diameter immediately under the sheath (see annex A).

The values resulting from the formula shall be rounded off to the nearest 0,1 mm (see annex B).

- b) For unarmoured cables and cables not falling under item c) of 12.3, the nominal sheath thickness shall be not less than 1,4 mm for single-core cables and 1,8 mm for multicore cables.
- c) For armoured cables with the sheath applied directly over the armour, metallic screen or concentric conductor, the nominal sheath thickness shall be not less than 1,8 mm.