

**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 Internationale* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
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 XA
PRICE CODE

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

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 $U_0/U \leq 1,8/3$ 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
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_0/U (U_m) des câbles prévus par cette norme sont les suivantes*:

U_0/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_0/U (U_m) 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;

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_0 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:

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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_0 is equal to or greater than the values given in IEC 287.
²⁾ 75 °C for PE of density higher than 0,940 g/cm³ 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 mm^2 .

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:

- écran métallique (voir article 8);
- conducteur concentrique (voir article 9);
- gaine métallique (voir article 10);
- 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 inférieures 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 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 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, chloro-sulphonated 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.

d) Pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique lisse, par exemple un revêtement interne, une gaine métallique ou isolation d'un monoconducteur:

l'épaisseur moyenne, mesurée

dans le cas d'un essai spécial suivant les modalités décrites en 15.5,

dans le cas d'un essai de type suivant les modalités décrites en 17.2,

doit être supérieure ou égale à la valeur nominale.

L'épaisseur minimale mesurée en un point quelconque ne doit pas être inférieure à 85 % de la valeur nominale de plus de 0,1 mm.

e) Pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique irrégulière, par exemple une gaine formant bourrage sur un câble non armé sans revêtement intérieur ou une gaine appliquée directement sur l'armure, un écran métallique ou un conducteur concentrique, l'épaisseur minimale en un point quelconque, mesurée

dans le cas d'un essai spécial, suivant les modalités décrites en 15.5,

dans le cas d'un essai de type, suivant les modalités décrites en 17.2,

ne doit pas être inférieure à 80 % de la valeur nominale de plus de 0,2 mm.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60752:1994

d) For a sheath applied on a smooth cylindrical surface, such as an inner covering, a metal sheath or the insulation of a single core:

the average thickness, measured

in the case of a special test, in accordance with 15.5,

in the case of a type test, in accordance with 17.2,

shall be not less than the nominal value.

The measured smallest thickness at any point shall not fall below 85 % of the nominal value by more than 0,1 mm.

e) For a sheath applied on an irregular cylindrical surface, such as a penetrating sheath on an unarmoured cable without inner covering or a sheath applied directly over armour, metallic screen or concentric conductor, the smallest thickness at any point, measured

in the case of a special test in accordance with 15.5,

in the case of a type test in accordance with 17.2,

shall not fall below 80 % of the nominal value by more than 0,2 mm.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60502:1994
Withdrawn

Tableau 1 – Epaisseur de l'enveloppe isolante au PVC

Section nominale de l'âme	Epaisseur de l'enveloppe isolante des câbles de tension assignée ($U_0/U(U_m)$) kV				
	0,6/1 kV	1,8/3 (3,6) kV	3,6/6 (7,2) kV	6/10 (12) kV	8,7/15 (17,5) kV*
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm
1,5 et 2,5	0,8	-	-	-	-
4 et 6	1,0	**	**	-	-
10	1,0	2,2	3,4	**	-
16	1,0	2,2	3,4	4,0	**
25	1,2	2,2	3,4	4,0	5,2
35	1,2	2,2	3,4	4,0	5,2
50 et 70	1,4	2,2	3,4	4,0	5,2
95 et 120	1,6	2,2	3,4	4,0	5,2
150	1,8	2,2	3,4	4,0	5,2
185	2,0	2,2	3,4	4,0	5,2
240	2,2	2,2	3,4	4,0	5,2
300	2,4	2,4	3,4	4,0	5,2
400	2,6	2,6	3,4	4,0	5,2
500 à 800	2,8	2,8	3,4	4,0	5,2
1 000	3,0	3,0	3,4	4,0	5,2

* L'isolation au PVC peut être utilisée pour des câbles de tension assignée égale à 8,7/15 (17,5) kV. C'est d'ailleurs une pratique courante dans certains pays; mais comme les pertes diélectriques du PVC sont relativement importantes, il est préférable d'utiliser, pour cette tension assignée, un des matériaux d'isolation mentionnés dans la présente norme.

** L'emploi d'âmes conductrices de section inférieure à celles qui sont indiquées dans ces tableaux n'est pas conseillé. Cependant, si une âme de section inférieure est nécessaire, il faut soit augmenter le diamètre de l'âme par un écran sur l'âme conductrice (voir 5.2), soit majorer l'épaisseur de l'enveloppe isolante de manière à limiter le gradient électrique maximal, appliqué à l'enveloppe isolante sous tensions d'essai, aux valeurs calculées pour la plus petite section d'âme recommandée dans ces tableaux.

Table 1 – PVC insulation thickness

Nominal cross-sectional area of conductor	Thickness of insulation at rated voltage (U_0/U_m) kV				
	0,6/1 kV	1,8/3 (3,6) kV	3,6/6 (7,2) kV	6/10 (12) kV	8,7/15 (17,5) kV*
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm
1,5 and 2,5	0,8	-	-	-	-
4 and 6	1,0	**	**	-	-
10	1,0	2,2	3,4	**	-
16	1,0	2,2	3,4	4,0	**
25	1,2	2,2	3,4	4,0	5,2
35	1,2	2,2	3,4	4,0	5,2
50 and 70	1,4	2,2	3,4	4,0	5,2
95 and 120	1,6	2,2	3,4	4,0	5,2
150	1,8	2,2	3,4	4,0	5,2
185	2,0	2,2	3,4	4,0	5,2
240	2,2	2,2	3,4	4,0	5,2
300	2,4	2,4	3,4	4,0	5,2
400	2,6	2,6	3,4	4,0	5,2
500 to 800	2,8	2,8	3,4	4,0	5,2
1 000	3,0	3,0	3,4	4,0	5,2

* PVC insulation can be used for 8,7/15 (17,5) kV cables and is included to cover practices in some countries but because of the relatively high dielectric loss of PVC, one of the other insulating materials included in this standard is generally preferable at this voltage.

** Any smaller conductor cross-section than those given in these tables is not recommended. However, if a small cross-section is needed, either the diameter of the conductor shall be increased by a conductor screen (see 5.2), or the insulation thickness shall be increased in order to limit, at the values calculated with the smallest conductor size recommended in these tables, the maximum electrical stresses applied to the insulation under test voltages.

Tableau 2 – Epaisseur de l'enveloppe isolante au polyéthylène (PE)

Section nominale de l'âme	Epaisseur de l'enveloppe isolante des câbles de tension assignée ($U_o/U(U_m)$) kV				
	3,6/6 (7,2) kV	6/10 (12) kV	8,7/15 (17,5) kV	12/20 (24) kV	18/30 (36) kV
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm
1,5 et 2,5	-	-	-	-	-
4 et 6	*	-	-	-	-
10	2,5	*	-	-	-
16	2,5	3,4	*	-	-
25	2,5	3,4	4,5	*	-
35	2,5	3,4	4,5	5,5	*
50 et 70	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
95 et 120	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
150	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
185	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
240	2,6	3,4	4,5	5,5	8,0
300	2,8	3,4	4,5	5,5	8,0
400	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
500 à 800	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
1 000	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0

* L'emploi d'âmes conductrices de section inférieure à celles qui sont indiquées dans ces tableaux n'est pas conseillé. Cependant, si une âme de section inférieure est nécessaire, il faut soit augmenter le diamètre de l'âme par un écran sur l'âme conductrice (voir 5.2), soit majorer l'épaisseur de l'enveloppe isolante de manière à limiter le gradient électrique maximal, appliqué à l'enveloppe isolante sous tensions d'essai, aux valeurs calculées pour la plus petite section d'âme recommandée dans ces tableaux.

Table 2 – Polyethylene (PE) insulation thickness

Nominal cross-sectional area of conductor	Thickness of insulation at rated voltage ($U_o/U(U_m)$) kV				
	3,6/6 (7,2) kV	6/10 (12) kV	8,7/15 (17,5) kV	12/20 (24) kV	18/30 (36) kV
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm
1,5 and 2,5	-	-	-	-	-
4 and 6	*	-	-	-	-
10	2,5	*	-	-	-
16	2,5	3,4	*	-	-
25	2,5	3,4	4,5	*	-
35	2,5	3,4	4,5	5,5	*
50 and 70	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
95 and 120	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
150	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
185	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
240	2,6	3,4	4,5	5,5	8,0
300	2,8	3,4	4,5	5,5	8,0
400	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
500 to 800	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
1 000	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0

* Any smaller conductor cross-section than those given in these tables is not recommended. However, if a small cross-section is needed, either the diameter of the conductor shall be increased by a conductor screen (see 5.2), or the insulation thickness shall be increased in order to limit, at the values calculated with the smallest conductor size recommended in these tables, the maximum electrical stresses applied to the insulation under test voltages.

Tableau 3 – Epaisseur de l'enveloppe isolante au polyéthylène réticulé (XLPE)

Section nominale de l'âme	Epaisseur de l'enveloppe isolante des câbles de tension assignée (U_0/U_m) kV						
	0,6/1 kV	1,8/3 (3,6) kV	3,6/6 (7,2) kV	6/10 (12) kV	8,7/15 (17,5) kV	12/20 (24) kV	18/30 (36) kV
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1,5 et 2,5	0,7	-	-	-	-	-	-
4 et 6	0,7	*	*	-	-	-	-
10	0,7	2,0	2,5	*	-	-	-
16	0,7	2,0	2,5	3,4	*	-	-
25	0,9	2,0	2,5	3,4	4,5	*	-
35	0,9	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	*
50	1,0	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
70 et 95	1,1	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
120	1,2	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
150	1,4	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
185	1,6	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
240	1,7	2,0	2,6	3,4	4,5	5,5	8,0
300	1,8	2,0	2,8	3,4	4,5	5,5	8,0
400	2,0	2,0	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
500	2,2	2,2	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
630	2,4	2,4	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
800	2,6	2,6	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
1 000	2,8	2,8	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0

* L'emploi d'âmes conductrices de section inférieure à celles qui sont indiquées dans ces tableaux n'est pas conseillé. Cependant, si une âme de section inférieure est nécessaire, il faut soit augmenter le diamètre de l'âme par un écran sur l'âme conductrice (voir 5.2), soit majorer l'épaisseur de l'enveloppe isolante de manière à limiter le gradient électrique maximal, appliqué à l'enveloppe isolante sous tensions d'essai, aux valeurs calculées pour la plus petite section d'âme recommandée dans ces tableaux.

Table 3 – Cross-linked polyethylene (XLPE) insulation thickness

Nominal cross-sectional area of conductor	Thickness of insulation at rated voltage ($U_0/U(U_m)$) kV						
	0,6/1 kV	1,8/3 (3,6) kV	3,6/6 (7,2) kV	6/10 (12) kV	8,7/15 (17,5) kV	12/20 (24) kV	18/30 (36) kV
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1,5 and 2,5	0,7	–	–	–	–	–	–
4 and 6	0,7	*	*	–	–	–	–
10	0,7	2,0	2,5	*	–	–	–
16	0,7	2,0	2,5	3,4	*	–	–
25	0,9	2,0	2,5	3,4	4,5	*	–
35	0,9	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	*
50	1,0	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
70 and 95	1,1	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
120	1,2	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
150	1,4	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
185	1,6	2,0	2,5	3,4	4,5	5,5	8,0
240	1,7	2,0	2,6	3,4	4,5	5,5	8,0
300	1,8	2,0	2,8	3,4	4,5	5,5	8,0
400	2,0	2,0	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
500	2,2	2,2	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
630	2,4	2,4	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
800	2,6	2,6	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
1 000	2,8	2,8	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0

* Any smaller conductor cross-section than those given in these tables is not recommended. However, if a small cross-section is needed, either the diameter of the conductor shall be increased by a conductor screen (see 5.2), or the insulation thickness shall be increased in order to limit, at the values calculated with the smallest conductor size recommended in these tables, the maximum electrical stresses applied to the insulation under test voltages.

Tableau 4 – Epaisseur de l'enveloppe isolante au caoutchouc d'éthylène-propylène (EPR)

Section nominale de l'âme	Epaisseur de l'enveloppe isolante des câbles de tension assignée ($U_o/U(U_m)$) kV						
	0,6/1 kV	1,8/3 (3,6) kV	3,6/6 (7,2) kV	6/10 (12) kV	8,7/15 (17,5) kV	12/20 (24) kV	18/30 (36) kV
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1,5 et 2,5	1,0	-	-	-	-	-	-
4 et 6	1,0	*	*	-	-	-	-
10	1,0	2,2	3,0	*	-	-	-
16	1,0	2,2	3,0	3,4	*	-	-
25	1,2	2,2	3,0	3,4	4,5	*	-
35	1,2	2,2	3,0	3,4	4,5	5,5	*
50 et 70	1,4	2,2	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
95	1,6	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
120	1,6	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
150	1,8	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
185	2,0	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
240	2,2	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
300	2,4	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
400	2,6	2,6	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
500	2,8	2,8	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
630	2,8	2,8	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
800	2,8	2,8	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
1 000	3,0	3,0	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0

* L'emploi d'âmes conductrices de section inférieure à celles qui sont indiquées dans ces tableaux n'est pas conseillé. Cependant, si une âme de section inférieure est nécessaire, il faut soit augmenter le diamètre de l'âme par un écran sur l'âme conductrice (voir 5.2), soit majorer l'épaisseur de l'enveloppe isolante de manière à limiter le gradient électrique maximal, appliqué à l'enveloppe isolante sous tensions d'essai, aux valeurs calculées pour la plus petite section d'âme recommandée dans ces tableaux.

Table 4 – Ethylene propylene rubber (EPR) insulation thickness

Nominal cross-sectional area of conductor	Thickness of insulation at rated voltage ($U_o/U(U_m)$) kV						
	0,6/1 kV	1,8/3 (3,6) kV	3,6/6 (7,2) kV	6/10 (12) kV	8,7/15 (17,5) kV	12/20 (24) kV	18/30 (36) kV
mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1,5 and 2,5	1,0	–	–	–	–	–	–
4 and 6	1,0	*	*	–	–	–	–
10	1,0	2,2	3,0	*	–	–	–
16	1,0	2,2	3,0	3,4	*	–	–
25	1,2	2,2	3,0	3,4	4,5	*	–
35	1,2	2,2	3,0	3,4	4,5	5,5	*
50 and 70	1,4	2,2	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
95	1,6	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
120	1,6	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
150	1,8	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
185	2,0	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
240	2,2	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
300	2,4	2,4	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
400	2,6	2,6	3,0	3,4	4,5	5,5	8,0
500	2,8	2,8	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
630	2,8	2,8	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
800	2,8	2,8	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0
1 000	3,0	3,0	3,2	3,4	4,5	5,5	8,0

* Any smaller conductor cross-section than those given in these tables is not recommended. However, if a small cross-section is needed, either the diameter of the conductor shall be increased by a conductor screen (see 5.2), or the insulation thickness shall be increased in order to limit, at the values calculated with the smallest conductor size recommended in these tables, the maximum electrical stresses applied to the insulation under test voltages.

Section 3: Prescriptions d'essai

13 Conditions d'essais

13.1 *Température ambiante*

Sauf spécification contraire précisée pour chaque essai particulier, les essais de tension doivent être effectués à une température ambiante de (20 ± 15) °C et les autres essais à une température ambiante de (20 ± 5) °C.

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

La fréquence des tensions d'essai alternatives ne doit être ni inférieure à 49 Hz ni supérieure à 61 Hz. La forme d'onde de ces tensions doit être pratiquement sinusoïdale. Les valeurs indiquées sont des valeurs efficaces.

13.3 *Forme d'onde des tensions d'essai de choc*

Conformément à la CEI 230, le front d'onde doit être compris entre 1 μ s et 5 μ s, et la durée jusqu'à la moitié de la valeur de crête comprise entre 40 μ s et 60 μ s; l'onde de choc doit, en outre, être conforme à la CEI 60.

14 Essais individuels

14.1 *Généralités*

Les essais individuels prescrits par cette norme sont:

- a) mesure de la résistance électrique des conducteurs (voir 14.2);
- b) essai de décharges partielles (voir 14.3) pour les câbles isolés au PE ou au XLPE de tension supérieure à 1,8/3 (3,6) kV et pour les câbles isolés au PVC ou à l'EPR de tension supérieure à 3,6/6 (7,2) kV;
- c) essai à haute tension (voir 14.4).

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

14.2 *Résistance électrique des conducteurs*

- a) Pour les câbles multiconducteurs, la mesure doit être effectuée sur tous les conducteurs de chaque longueur de câble choisie pour les essais individuels, y compris le conducteur concentrique, s'il existe.
- b) La longueur de câble complète, ou l'échantillon prélevé sur elle, est placée dans le local d'essai (maintenu à une température sensiblement constante) pendant au moins 12 h avant l'essai. S'il est douteux que la température du conducteur soit égale à celle du local, la résistance de l'âme du conducteur sera mesurée après un séjour de 24 h dans le local d'essai. La résistance peut également être mesurée sur un échantillon de conducteur conditionné pendant 1 h dans un bain d'huile à température régulée.

La résistance mesurée doit être ramenée à la résistance de 1 km de câble à une température de 20 °C au moyen des formules et facteurs indiqués à l'article 5 de la CEI 228.

Section 3: Test requirements

13 Test conditions

13.1 Ambient temperature

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

13.2 Frequency and waveform of power frequency test voltages

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

13.3 Waveform of impulse test voltages

In accordance with IEC 230 the impulse wave shall have a virtual front time between $1 \mu\text{s}$ and $5 \mu\text{s}$ and a nominal time to half the peak value between $40 \mu\text{s}$ and $60 \mu\text{s}$, and in other respects shall be in accordance with IEC 60.

14 Routine tests

14.1 General

The routine tests required by this standard are:

- a) measurement of the electrical resistance of conductors (see 14.2);
- b) partial discharge test (see 14.3) on cables insulated with PE or XLPE for voltages above 1,8/3 (3,6) kV and cables insulated with PVC or EPR for voltages above 3,6/6 (7,2) kV;
- c) high-voltage test (see 14.4).

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

14.2 Electrical resistance of conductors

- a) For multicore cables, the measurement shall be made on all the conductors of each cable length selected for the routine tests, including the concentric conductor, if any.
- b) The complete cable length, or a sample therefrom, shall be in the test room, which shall be maintained at a reasonably constant temperature, for at least 12 h before the test. If it is doubtful whether the conductor temperature is the same as the room temperature the resistance shall be measured after the cable has been in the test room for 24 h. Alternatively, the resistance can be measured on a sample of conductor conditioned for at least 1 h in a temperature-controlled oil bath.

The measured value of resistance shall be corrected to a temperature of $20 ^\circ\text{C}$ and 1 km length in accordance with the formulae and factors given in clause 5 of IEC 228.

c) La résistance de chaque conducteur en courant continu à 20 °C ne doit pas être supérieure à la valeur correspondante indiquée par la CEI 228. Pour les conducteurs concentriques, la résistance doit être conforme aux règlements nationaux et/ou aux normes nationales.

14.3 Essai de décharges partielles

a) Cet essai doit être effectué sur les câbles isolés au PE ou au XLPE dont la tension assignée est supérieure à 1,8/3 (3,6) kV, et sur les câbles isolés à l'EPR ou au PVC dont la tension assignée est supérieure à 3,6/6 (7,2) kV.

Dans le cas des câbles multiconducteurs, l'essai doit être effectué sur toutes les âmes isolées en appliquant la tension entre chaque conducteur et l'écran métallique.

b) L'essai de décharges partielles doit être effectué comme indiqué dans la CEI 885-2, la plus petite impulsion de décharge détectable étant inférieure ou égale à 20 pC pour l'EPR, le PE et le XLPE et inférieure ou égale à 40 pC pour le PVC.

c) L'amplitude des décharges partielles à $1,5 U_0$ ne doit pas être supérieure à 20 pC pour l'EPR, le PE et le XLPE et 40 pC pour le PVC.

14.4 Essai de tension

a) Généralités

On effectue l'essai de tension à la température ambiante en appliquant une tension alternative d'essai à fréquence industrielle ou une tension continue au choix du fabricant.

b) Méthode d'essai pour les câbles monoconducteurs

Les câbles monoconducteurs avec écran doivent être soumis à la tension d'essai pendant 5 min entre le conducteur et l'écran métallique.

Les câbles monoconducteurs sans écran doivent être immergés dans l'eau à la température ambiante pendant 1 h; la tension d'essai est ensuite appliquée pendant 5 min entre le conducteur et l'eau.

NOTE - Un essai à l'aide d'un détecteur de défaut est à l'étude pour les câbles monoconducteurs sans écran ni autre revêtement métallique.

c) Méthode d'essai pour les câbles multiconducteurs

Les câbles multiconducteurs avec écrans individuels sur chaque conducteur doivent être soumis à la tension d'essai pendant 5 min entre chaque âme et l'écran ou le revêtement métallique.

Pour les câbles multiconducteurs sans écran individuel sur chaque conducteur, la tension d'essai doit être appliquée pendant 5 min successivement entre chaque conducteur isolé et tous les autres conducteurs et les revêtements métalliques, s'ils existent.

Les conducteurs peuvent être reliés convenablement pour des applications successives de la tension de façon à limiter la durée de l'essai, pourvu que l'ordre des connexions soit tel que la tension soit appliquée au moins 5 min sans interruption entre chacun des conducteurs et les autres et entre chaque conducteur et le revêtement métallique, s'il existe.

d) Valeurs des tensions d'essai

La tension d'essai à fréquence industrielle doit être de $2,5 U_0 + 2$ kV pour les câbles dont la tension assignée est inférieure ou égale à 3,6/6 (7,2) kV, et $2,5 U_0$ pour les câbles dont la tension assignée est supérieure.

c) The d.c. resistance of each conductor at 20 °C shall not exceed the appropriate maximum value specified in IEC 228. For concentric conductors the resistance shall comply with national regulations and/or standards.

14.3 *Partial discharge test*

a) The partial discharge test shall be made on cables insulated with PE or XLPE of rated voltages above 1,8/3 (3,6) kV, and on cables insulated with EPR or PVC of rated voltages above 3,6/6 (7,2) kV.

For multicore cables, the test shall be carried out on all insulated cores, the voltage being applied between each conductor and the metallic screen.

b) The partial discharge test shall be carried out in accordance with IEC 885-2, the minimum detectable discharge pulse being 20 pC or less for EPR, PE and XLPE and 40 pC or less for PVC.

c) The magnitude of the discharge at 1,5 U_0 shall not exceed 20 pC for EPR, PE and XLPE and 40 pC for PVC.

14.4 *Voltage test*

a) *General*

The voltage test shall be made at ambient temperature, using either alternating voltage at power frequency or direct voltage, at the manufacturer's option.

b) *Test procedure for single-core cables*

For single-core screened cables, the test voltage shall be applied for 5 min between the conductor and the metallic screen.

Single-core unscreened cables shall be immersed in water at room temperature for 1 h and the test voltage then applied for 5 min between the conductor and the water.

NOTE – A spark test is under consideration for single-core cables without screen or other metallic covering.

c) *Test procedure for multicore cables*

For multicore cables with individually screened cores, the test voltage shall be applied for 5 min between each conductor and the metallic screen or metallic covering.

For multicore cables without individually screened cores, the test voltage shall be applied for 5 min in succession between each insulated conductor and all the other conductors and metallic coverings, if any.

The conductors may be suitably connected for successive applications of the test voltage to limit the total testing time, provided that the sequence of connections ensures that the voltage is applied for at least 5 min without interruption between each conductor and each other conductor and between each conductor and the metallic coverings, if any.

d) *Test voltages*

The power frequency test voltage shall be 2,5 U_0 + 2 kV for cables of rated voltages, up to and including 3,6/6 (7,2) kV, and 2,5 U_0 for cables of higher rated voltages.

Le tableau suivant donne les valeurs de la tension d'essai pour les tensions assignées normales (essai monophasé):

Tension assignée U_0	kV	0,6	1,8	3,6	6	8,7	12	18
Tension d'essai efficace	kV	3,5	6,5	11	15	22	30	45

Dans le cas des câbles à trois conducteurs, si la tension d'essai est appliquée par un transformateur triphasé, les tensions d'essai entre les phases du transformateur doivent être de 1,73 fois les valeurs indiquées dans ce tableau.

Quand on applique une tension continue, la tension appliquée doit être égale à 2,4 fois la valeur de la tension à fréquence industrielle.

Dans tous les cas, la tension d'essai doit être progressivement élevée à la valeur spécifiée.

e) *Prescription*

Il ne doit pas se produire de perforation de l'enveloppe isolante.

15 Essais spéciaux

15.1 Généralités

Les essais spéciaux prescrits par cette norme sont:

- a) examen de l'âme du conducteur (voir 15.4);
- b) vérifications dimensionnelles (voir 15.5 à 15.8);
- c) essai électrique pour les câbles de tension assignée supérieure à 3,6/6 kV (voir 15.9);
- d) essai d'allongement à chaud de l'EPR et du XLPE (voir 15.10).

15.2 Fréquence des essais spéciaux

a) Examen du conducteur et vérification dimensionnelle

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

b) Essais électriques et physiques

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

Values of single-phase test voltage for the standard rated voltages are given in the following table:

Rated voltage U_0	kV	0,6	1,8	3,6	6	8,7	12	18
Test voltage r.m.s.	kV	3,5	6,5	11	15	22	30	45

If, for three-core cables, the voltage test is carried out with a three-phase transformer, the test voltage between the phases shall be 1,73 times the values given in this table.

When direct voltage is used, the applied voltage shall be 2,4 times the power frequency test voltage.

In all cases, the test voltage shall be increased gradually to the specified value.

e) *Requirement*

No breakdown of the insulation shall occur.

15 Special tests

15.1 General

The special tests required by this standard are:

- conductor examination (see 15.4);
- check of dimensions (see 15.5 to 15.8);
- electrical test for cables of rated voltage above 3,6/6 kV (see 15.9);
- hot set test for EPR and XLPE insulation (see 15.10).

15.2 Frequency of special tests

a) *Conductor examination and check of dimensions*

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

b) *Electrical and physical tests*

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

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

15.3 Répétition de l'essai

Si l'un quelconque des essais de l'article 15 n'est pas satisfaisant, il est recommandé de prélever deux nouveaux échantillons sur le même lot de câbles et de les soumettre à la mesure ou aux mesures défectueuses. Si les deux contre-essais sont satisfaisants, l'ensemble des câbles du lot est considéré comme conforme aux prescriptions de cette spécification. Si l'un ou l'autre des contre-essais est défectueux, le lot de câbles est considéré comme non conforme. Le prélèvement et la mesure de nouveaux échantillons sont alors sujets à discussion.

15.4 Examen de l'âme du conducteur

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

15.5 Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes et des gaines non métalliques (y compris les gaines de séparation extrudées, mais à l'exclusion des revêtements internes extrudés)

15.5.1 Généralités

La méthode d'essai est décrite dans l'article 8 de la CEI 811-1-2.

Chaque longueur de câble choisie est représentée par un morceau de câble prélevé à une extrémité après élimination éventuelle des parties endommagées.

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

Si l'épaisseur moyenne, ou la plus petite valeur mesurée, ne répond pas aux prescriptions de 15.5.2, deux nouveaux échantillons sont prélevés. Si ces deux échantillons supplémentaires répondent aux prescriptions, le câble est réputé bon; mais si l'un des échantillons n'est pas conforme aux prescriptions, le câble est considéré comme non satisfaisant.

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

15.3 Repetition of tests

If any sample should fail in any of the tests in clause 15, it is recommended that two further samples be taken from the same batch and submitted to the same test or tests in which the original sample failed. Should both additional samples pass the tests, all the cables in the batch from which they were taken should be regarded as complying with the requirements of this specification. Should either of them fail, the batch of which these samples were representative should be regarded as failing to comply. Further re-sampling and testing should then be a matter of negotiation.

15.4 Conductor examination

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

15.5 Measurement of thickness of insulation and of non-metallic sheath (including extruded separation sheaths, but excluding inner extruded coverings)

15.5.1 General

The test method shall be in accordance with clause 8 of IEC 811-1-2.

Each cable length selected for the test shall be represented by a piece of cable taken from one end after having discarded, if necessary, any portion which may have suffered damage.

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

If the average thickness measured or the lowest value measured fails to meet the requirements specified in 15.5.2, two other pieces shall be checked. If both of the further pieces meet the specified requirements the cable is deemed to comply; but if either does not meet the requirements, the cable is deemed not to comply.

15.5.2 Prescriptions

a) Enveloppe isolante

Pour chaque échantillon de conducteur, la moyenne des valeurs mesurées, arrondie à 0,1 mm (voir annexe B), ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale prescrite et la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à la valeur nominale diminuée de 0,1 mm + 10 % de la valeur nominale spécifiée:

$$t_m \geq t_n - (0,1 + 0,1 t_n), \text{ en millimètres}$$

où

t_m est l'épaisseur minimale;

t_n est l'épaisseur nominale.

b) Gaines non métalliques

Chaque échantillon de gaine doit satisfaire aux prescriptions suivantes:

- Pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique lisse (par exemple, sur un revêtement interne, une gaine métallique ou l'isolation d'un câble monoconducteur), la moyenne des valeurs mesurées, arrondie à 0,1 mm (voir annexe B), ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale prescrite et la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale diminuée de 0,1 mm + 15 % de la valeur nominale spécifiée:

$$t_m \geq t_n - (0,1 + 0,15 t_n), \text{ en millimètres}$$

- Pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique irrégulière (par exemple une gaine formant bourrage sur un câble multiconducteur non armé sans revêtement interne, ou une gaine appliquée directement sur une armure, un écran métallique ou des conducteurs concentriques), et pour une gaine de séparation, la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à la valeur nominale spécifiée, diminuée de 0,2 mm + 20 % de l'épaisseur nominale spécifiée:

$$t_m \geq t_n - (0,2 + 0,2 t_n), \text{ en millimètres}$$

15.6 Mesure de l'épaisseur de la gaine métallique de plomb

L'épaisseur de la gaine métallique de plomb est déterminée par l'une des deux méthodes suivantes, au choix du fabricant, et l'épaisseur ne doit pas être inférieure à 95 % de la valeur spécifiée de plus de 0,1 mm. La plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur minimale prescrite.

NOTE — Pour les gaines métalliques d'un autre type, les méthodes de mesure sont à l'étude.

15.6.1 Méthode «à plat»

La mesure est faite sur un échantillon de gaine de 50 mm de longueur environ, retiré d'une longueur de câble terminé.

L'échantillon est fendu longitudinalement, puis soigneusement redressé. Après nettoyage, l'épaisseur de l'échantillon est mesurée en un certain nombre de points, le long de la périphérie, à 10 mm au moins du bord de l'éprouvette redressée, pour être sûr que l'épaisseur minimale est mesurée. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un micromètre à faces planes, de touches comprises entre 4 mm et 8 mm de diamètre et de précision $\pm 0,01$ mm.

15.5.2 Requirements

a) Insulation

For each piece of core the average of the measured values, rounded to 0,1 mm in accordance with annex B, shall be not less than the specified nominal thickness, and the smallest value shall not fall below the nominal value by more than 0,1 mm + 10 % of the specified nominal value, i.e.:

$$t_m \geq t_n - (0,1 + 0,1 t_n), \text{ in millimetres}$$

where

t_m is the minimum thickness;

t_n is the nominal thickness.

b) Non-metallic sheaths

The piece of sheath shall comply with the following:

- For a sheath applied on a smooth cylindrical surface (e.g. on an inner covering, a metal sheath or the insulation of a single core), the average of the measured values, rounded to 0,1 mm in accordance with annex B, shall be not less than the specified nominal thickness and the smallest value measured shall not fall below the specified nominal thickness by more than 0,1 mm + 15 % of the specified nominal value, i.e.:

$$t_m \geq t_n - (0,1 + 0,15 t_n), \text{ in millimetres}$$

- For a sheath applied on an irregular cylindrical surface (e.g. a penetrating sheath on an unarmoured multicore cable without inner covering or a sheath applied directly over armour, metallic screen or concentric conductor) and for a separation sheath, the smallest measured value shall not fall below the specified nominal thickness by more than 0,2 mm + 20 % of the specified nominal thickness, i.e.:

$$t_m \geq t_n - (0,2 + 0,2 t_n), \text{ in millimetres}$$

15.6 Measurement of thickness of lead sheath

The thickness of lead sheaths shall be determined by one of the following methods, at the discretion of the manufacturer and shall not fall below 95 % of the specified value by more than 0,1 mm. The smallest measured value shall be not less than the specified minimum thickness.

NOTE - Methods of measuring thickness of other types of metallic sheath are under consideration.

15.6.1 Strip method

The measurement shall be made on a test piece of sheath about 50 mm in length removed from the finished cable length.

The piece shall be slit longitudinally and carefully flattened. After cleaning the test piece, a number of measurements shall be taken along the circumference of the sheath and not less than 10 mm away from the edge of the flattened piece to ensure that the minimum thickness is measured. The measurement shall be made with a micrometer with plane faces of 4 mm to 8 mm diameter and an accuracy of $\pm 0,01$ mm.

15.6.2 Méthode de l'anneau

Les mesures sont prises sur un anneau de gaine soigneusement prélevé sur le câble. L'épaisseur est mesurée sur la périphérie de l'anneau, en un nombre de points suffisant, afin d'être sûr d'obtenir l'épaisseur minimale. Les mesures sont faites à l'aide d'un micromètre ayant une touche plane et une touche sphérique ou une touche plane et une touche rectangulaire de 0,8 mm de largeur et de 2,4 mm de longueur. La touche sphérique ou la touche rectangulaire doit être appliquée sur la face intérieure de l'anneau. La précision du micromètre doit être de $\pm 0,01$ mm.

15.7 Mesure sur les fils et rubans d'armure

15.7.1 Mesure sur les fils

Le diamètre des fils ronds et l'épaisseur des fils méplats doivent être mesurés à l'aide d'un micromètre ayant deux touches plates et une précision de $\pm 0,01$ mm. Pour les fils ronds, deux mesures doivent être effectuées à angle droit sur le même diamètre et la moyenne des deux valeurs est prise comme diamètre du fil.

15.7.2 Mesure sur les rubans

Pour les rubans de largeur inférieure ou égale à 40 mm, l'épaisseur doit être mesurée au milieu de la largeur. Pour les rubans plus larges, les mesures doivent être faites à 20 mm de chaque bord du ruban et la moyenne des deux valeurs est prise comme épaisseur du ruban. Les mesures doivent être faites avec un micromètre ayant deux touches plates et une précision de $\pm 0,01$ mm.

15.7.3 Prescriptions

Les dimensions des fils et des rubans ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées en 11.6.

15.8 Mesure des diamètres extérieurs

Si la mesure du diamètre extérieur du câble est exigée à titre d'essai spécial, elle doit être effectuée conformément à l'article 8 de la CEI 811-1-2.

15.9 Essai de tension de 4 h

Cet essai n'est pas applicable qu'aux câbles de tension assignée supérieure à 3,6/6 (7,2) kV.

a) Echantillonnage

L'échantillon doit être un tronçon de câble complet d'au moins 5 m de long entre les accessoires d'essai.

b) Mode opératoire

Une tension à fréquence industrielle doit être appliquée, entre chaque conducteur et l'écran ou le revêtement métallique, pendant 4 h à la température ambiante.

c) Tension d'essai

La tension d'essai doit être de $3 U_0$.

Les valeurs de la tension d'essai correspondant aux tensions assignées normales sont indiquées dans le tableau suivant:

15.6.2 *Ring method*

The measurements shall be made on a ring of the sheath carefully cut from the sample. The thickness shall be determined at a sufficient number of points around the circumference of the ring to ensure that the minimum thickness is measured. The measurements shall be made with a micrometer having either one flat nose and one ball nose, or one flat nose and a flat rectangular nose 0,8 mm wide and 2,4 mm long. The ball nose or the flat rectangular nose shall be applied to the inside of the ring. The accuracy of the micrometer shall be $\pm 0,01$ mm.

15.7 *Measurement of armouring wires and tapes*

15.7.1 *Measurement on wires*

The diameter of round wires and the thickness of flat wires shall be measured by means of a micrometer having two flat noses to an accuracy of $\pm 0,01$ mm. For round wires two measurements shall be made at right angles to each other at the same position and the average of the two values taken as the diameter.

15.7.2 *Measurement on tapes*

For tapes up to 40 mm in width the thickness shall be measured at the centre of the width. For wider tapes the measurements shall be made 20 mm from each edge of the tape and the average of the results taken as the thickness. The measurement shall be made with a micrometer having two flat noses to an accuracy of $\pm 0,01$ mm.

15.7.3 *Requirement*

The dimensions of the wires or tapes shall be not less than required in 11.6.

15.8 *Measurement of external diameter*

If the measurement of the external diameter of the cable is required as a special test, it shall be carried out in accordance with clause 8 of IEC 811-1-2.

15.9 *Voltage test for 4 h*

This test is applicable only to the cables of rated voltage above 3,6/6 (7,2) kV.

a) *Sampling*

The sample shall be a piece of completed cable at least 5 m in length between the test accessories.

b) *Procedure*

A power-frequency voltage shall be applied for 4 h at room temperature between each conductor and the metallic screen(s) or covering(s).

c) *Test voltage*

The test voltage shall be $3 U_0$.

Values of the test voltage for the standard rated voltages are given in the following table:

Tension assignée U_0	kV	6	8,7	12	18
Tension d'essai	kV	18	26	36	54

La tension d'essai doit être augmentée progressivement jusqu'à la valeur spécifiée et maintenue pendant 4 h.

d) *Prescriptions*

Il ne doit pas se produire de perforation de l'enveloppe isolante.

15.10 *Essai d'allongement à chaud des enveloppes isolées à l'EPR et au XLPE et des gaines en matériau du type SE₁*

a) *Mode opératoire*

L'échantillonnage et la méthode d'essai doivent être conformes à l'article 9 de la CEI 811-1-2 et aux valeurs données dans les tableaux 11 et 12.

b) *Prescriptions*

Les résultats des essais doivent être conformes aux valeurs données dans le tableau 11 pour les mélanges isolants des types EPR et XLPE, et dans le tableau 12, pour les mélanges de gaine du type SE₁.

16 **Essais électriques de type**

16.1 *Câbles isolés au PE ou au XLPE de tension assignée supérieure à 1,8/3 (3,6) kV et pour les câbles isolés au PVC ou à l'EPR de tension assignée supérieure à 3,6/6 (7,2) kV*

a) Pour ces câbles, on doit effectuer les essais électriques de type énumérés en 16.1.1 sur un échantillon de câble complet mesurant de 10 m à 15 m de longueur entre les accessoires d'essai.

b) Avec les exceptions indiquées aux points a) et c) de 16.1.2, tous les essais énumérés en 16.1.1 doivent être effectués successivement sur le même échantillon.

c) Dans le cas des câbles multiconducteurs, chacun des essais ou chacune des mesures doit être effectué(e) sur tous les conducteurs.

16.1.1 *Série d'essais*

La série normale d'essais doit être effectuée dans l'ordre suivant:

a) essai de décharges partielles (voir 16.1.3);

b) essai d'enroulement suivi d'un essai de décharges partielles. L'amplitude de la décharge sous une tension de $1,5 U_0$ doit être enregistrée (voir 16.1.4);

c) mesure de $\text{tg } \delta$ en fonction de la tension et mesure de la capacité (voir 16.1.5 et le point c) de 16.1.2);

d) mesure de $\text{tg } \delta$ en fonction de la température (voir 16.1.6 et le point c) de 16.1.2);

e) essai de cycles de chauffage, suivi d'un essai de décharges partielles. L'amplitude de la décharge sous une tension de $1,5 U_0$ doit être enregistrée (voir 16.1.7);

f) essai de tenue aux ondes de choc, suivi d'un essai sous tension à fréquence industrielle (voir 16.1.8);

g) essai à haute tension en courant alternatif (voir 16.1.9).

Rated voltage U_0	kV	6	8,7	12	18
Test voltage	kV	18	26	36	54

The test voltage shall be increased gradually to the specified value and maintained for 4 h.

d) *Requirements*

No breakdown of the insulation shall occur.

15.10 *Hot set test for EPR an XLPE insulation and sheaths of SE₁*

a) *Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with clause 9 of IEC 811-1-2, employing the conditions given in tables 11 and 12.

b) *Requirements*

The test results shall comply with the requirements given in table 11, for EPR and XLPE insulation and in table 12 for SE₁ sheaths.

16 **Type tests, electrical**

16.1 *Cables insulated with PE or XLPE of rated voltages above 1,8/3 (3,6) kV and cables insulated with PVC or EPR of rated voltages above 3,6/6 (7,2) kV*

a) For these cables, the electrical type tests listed in 16.1.1 shall be performed on a sample of completed cable 10 m to 15 m in length between the test accessories.

b) With the exception of the provisions of items a) and c) of 16.1.2 all the tests listed in 16.1.1 shall be applied successively to the same sample.

c) In multicore cables, each test or measurement shall be carried out on all the cores.

16.1.1 *Sequence of tests*

The normal sequence of tests shall be:

- a) partial discharge test (see 16.1.3);
- b) bending test, plus partial discharge test. The magnitude of the discharge at $1,5 U_0$ shall be recorded (see 16.1.4);
- c) $\tan \delta$ measurement as a function of the voltage and capacitance measurement (see 16.1.5 and item c) of 16.1.2);
- d) $\tan \delta$ measurement as a function of the temperature (see 16.1.6 and item c) of 16.1.2);
- e) heating cycle test plus partial discharge test. The magnitude of the discharge at $1,5 U_0$ shall be recorded (see 16.1.7);
- f) impulse withstand test, followed by a power-frequency voltage test (see 16.1.8);
- g) high-voltage alternating current test (see 16.1.9).

16.1.2 Dispositions particulières

- a) Les essais c) et d) peuvent être effectués sur des échantillons différents de celui qui est utilisé (voir 16.1) pour la série normale d'essais énumérée en 16.1.1.
- b) Un nouvel échantillon est prélevé pour l'essai g), à condition qu'il soit soumis préalablement aux essais b) et e) de 16.1.1.
- c) Les câbles dont la tension assignée est inférieure à 6/10 (12) kV ne sont pas soumis aux essais c) et d) de 16.1.1.

16.1.3 Essais de décharges partielles

L'essai de décharges partielles doit être effectué conformément à la CEI 885-2.

L'amplitude des décharges à $1,5 U_0$ doit être mesurée et notée. Cette valeur ne doit pas être supérieure à 20 pC pour le PE, le XLPE et l'EPR et à 40 pC pour le PVC.

16.1.4 Essai d'enroulement

- a) L'échantillon doit être enroulé autour d'un cylindre d'essai (par exemple, le tambour d'un touret) à la température ambiante sur un tour complet au moins. On déroule ensuite l'échantillon et on répète l'opération, sauf que la courbure de l'échantillon doit être de sens contraire.

Ce cycle d'opérations doit être effectué trois fois.

- b) Le diamètre du cylindre d'essai doit être:

- pour les câbles monoconducteurs: $20 (d + D) \pm 5 \%$;
- pour les câbles multiconducteurs: $15 (d + D) \pm 5 \%$;

où

D est le diamètre externe réel du tronçon de câble, en millimètres;

d est le diamètre réel du conducteur, en millimètres.

Si le conducteur n'est pas circulaire:

$$d = 1,13 \sqrt{S} \text{ mm}$$

où S est la section nominale, en millimètres carrés.

- c) A la fin de cet essai, l'échantillon doit être soumis à une mesure de décharges partielles et doit répondre aux prescriptions de 16.1.3.

16.1.5 Mesure de $\tan \delta$ en fonction de la tension et mesure de la capacité (pour les câbles de tension assignée supérieure ou égale à 6/10 (12) kV)

- a) Le facteur de puissance de l'échantillon, conditionné mécaniquement comme indiqué en 16.1.4, doit être mesuré à la température ambiante, sous des tensions alternatives, à fréquence industrielle, égales à $0,5 U_0$, U_0 et $2 U_0$.
- b) Les valeurs mesurées ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau 5.

16.1.2 *Special provisions*

- a) Tests c) and d) may be carried out on different samples from the sample used (see 16.1) for the normal sequence of tests listed in 16.1.1.
- b) A new sample may be taken for test g), provided this test sample is submitted previously to tests b) and e) listed in 16.1.1.
- c) Tests c) and d) listed in 16.1.1, are not required on cables with rated voltage below 6/10 (12) kV.

16.1.3 *Partial discharge test*

The partial discharge test shall be carried out as described in IEC 885-2.

The magnitude of the discharge at $1,5 U_0$ shall be measured and recorded. This value shall not be higher than 20 pC for PE, XLPE and EPR or higher than 40 pC for PVC.

16.1.4 *Bending test*

- a) The sample shall be bent around a test cylinder (for example, the hub of a drum) at room temperature for at least one complete turn. It shall then be unwound and the process repeated, except that the bending of the sample shall be in the reverse direction.

This cycle of operations shall be carried out three times.

- b) The diameter of the cylinder shall be:

- for single-core cables: $20 (d + D) \pm 5 \%$;
- for multicore cables: $15 (d + D) \pm 5 \%$;

where

D is the actual external diameter of the cable sample, in millimetres;

d is the actual diameter of the conductor, in millimetres.

If the conductor is not circular:

$$d = 1,13 \sqrt{S} \text{ mm}$$

where S is the nominal cross-section, in square millimetres.

- c) On completion of this test, the sample shall be subjected to a partial discharge measurement and shall comply with the requirements given in 16.1.3.

16.1.5 *Tan δ measurement as a function of the voltage (for cables of rated voltage 6/10 (12) kV and above)*

- a) The power factor of the sample, mechanically conditioned as described in 16.1.4, shall be measured at ambient temperature, with alternating voltage at power frequency of $0,5 U_0$, U_0 and $2 U_0$.
- b) The measured values shall not exceed those given in table 5.

16.1.6 *Mesure de $\tan \delta$ en fonction de la température (pour les câbles de tension assignée supérieure ou égale à 6/10 (12) kV)*

a) L'échantillon de câble complet doit être chauffé selon l'une des méthodes décrites ci-dessous; dans chaque cas, on doit déterminer la température du conducteur soit en mesurant sa résistance, soit à l'aide d'un thermomètre placé dans le bain, dans l'étuve ou à la surface de l'écran.

L'échantillon doit être placé soit dans une cuve de liquide, soit dans une étuve, ou bien chauffé par un courant appliqué à l'écran métallique sur isolant.

Pour les câbles isolés à l'EPR, au PE ou au XLPE, la température doit être élevée progressivement jusqu'à ce que le conducteur atteigne la température assignée maximale indiquée en 1.4.

Pour les câbles isolés au PVC/B, la température doit être élevée progressivement jusqu'à ce que le conducteur atteigne 60 °C, la température assignée maximale (70 °C), 80 °C et 85 °C. Cette température doit être maintenue dans une limite de ± 2 °C pendant 2 h avant chaque mesure.

b) Le facteur de puissance doit être mesuré sous une tension alternative, à fréquence industrielle, de 2 kV, à la température indiquée ci-dessus ou, pour le PVC/B, à chaque température spécifiée ci-dessus.

c) Pour le PVC/B, la capacité de l'échantillon doit être mesurée à chaque température en même temps.

d) Les valeurs doivent être conformes aux valeurs données au tableau 5.

16.1.7 *Essai de cycles de chauffage*

a) On dispose l'échantillon, ayant subi les essais précédents, sur le sol de la salle d'essais et on le chauffe en faisant passer un courant alternatif dans l'âme conductrice jusqu'à ce qu'elle atteigne une température constante supérieure de 10 °C à la température assignée maximale de l'enveloppe isolante.

Pour les câbles à plusieurs conducteurs, le courant de chauffage doit être appliqué sur tous les conducteurs.

Ce courant de chauffage doit être appliqué pendant au moins 2 h; on laisse ensuite l'échantillon refroidir naturellement à l'air pendant au moins 4 h.

Ce cycle doit être répété deux fois encore.

b) Après le troisième cycle, les mesures de décharges partielles décrites en 16.1.3 doivent être effectuées sur l'échantillon, aux prescriptions desquelles cet échantillon doit satisfaire.

16.1.8 *Essai de tenue aux ondes de choc suivi d'un essai de tension alternative*

a) Cet essai doit être effectué sur l'échantillon à une température du conducteur supérieure de 5 °C à la température assignée maximale de service de l'enveloppe isolante.

La tension de choc doit être appliquée conformément au mode opératoire indiqué dans la CEI 230.

b) Le câble doit résister, sans perforation, à 10 chocs positifs et à 10 chocs négatifs de tension selon le tableau suivant:

16.1.6 *Tan δ measurement as a function of the temperature (for cables of rated voltage 6/10 (12) kV and above)*

a) The sample of completed cable shall be heated by one of the methods described below; in each method, the temperature of the conductor shall be determined either by measuring the conductor resistance or by a thermometer in the bath or oven or on the surface of the screen.

The sample shall be placed either in a tank of liquid or in an oven, or heating current shall be passed through the metallic insulation screen.

For cables insulated with EPR, PE or XLPE the temperature shall be raised gradually until the conductor has reached the highest rated temperature given in 1.4.

For cables insulated with PVC/B, the temperature shall be raised gradually in turn to 60 °C, the maximum rated temperature (70 °C), 80 °C and 85 °C. The temperature shall be maintained at each required level within ± 2 °C for 2 h before the following measurements are made.

b) The power factor shall be measured with an alternating voltage of 2 kV at power frequency, at the temperature specified above or, for PVC/B, at each of the temperatures specified above.

c) For PVC/B, the capacitance of the sample shall be measured at each temperature at the same time.

d) The measured values shall comply with the requirements given in table 5.

16.1.7 *Heating cycle test*

a) The sample, which has been subjected to the previous tests, shall be laid out on the floor of the test room and heated by passing alternating current through the conductor, until the conductor reaches a steady temperature 10 °C above the maximum rated temperature of the insulation in normal operation.

For multicore cables, the heating current shall be passed through all conductors.

This heating current shall be applied for at least 2 h, followed by at least 4 h of natural cooling in air.

This cycle shall be repeated twice more.

b) After the third cycle, the sample shall be subjected to the partial discharge measurement described in 16.1.3 and shall comply with the requirements of that clause.

16.1.8 *Impulse withstand test followed by a.c. voltage test*

a) This test shall be performed on the sample at a conductor temperature 5 °C above the maximum rated operating temperature of the insulation.

The impulse voltage shall be applied according to the procedure given in IEC 230.

b) The cable shall withstand without failure 10 positive and 10 negative voltage impulses, of the appropriate value given in the following table.

Tension de tenue aux impulsions

Tension assignée $U_o/U (U_m)$	kV	3,6/6 (7,2)	6/10 (12)	8,7/15 (17,5)	12/20 (24)	18/30 (36)
Tension d'essai	kV	60	75	95	125	170

c) Après l'essai décrit aux points a) et b), on soumet le câble à un essai de tension alternative à fréquence industrielle, à la température ambiante, pendant 15 min (sur chaque conducteur).

La valeur de la tension d'essai doit être conforme au point d) de 14.4. Il ne doit pas se produire de perforation de l'enveloppe isolante.

16.1.9 Essai à haute tension de 4 h

A la température ambiante, on applique à l'échantillon pendant 4 h une tension à fréquence industrielle entre l'âme conductrice et l'écran.

La tension d'essai doit être égale à $3 U_o$. Elle doit être portée graduellement jusqu'à la valeur spécifiée. Il ne doit pas se produire de perforation de l'enveloppe isolante.

16.2 Essais électriques de type pour câbles de tensions assignées inférieures ou égales à 1,8/3 (3,6) kV pour le PE et le XLPE et 3,6/6 (7,2) pour le PVC et l'EPR

Pour ces câbles, on effectue successivement les essais suivants, sur un même échantillon de câble complet, de 10 m à 15 m de longueur:

- mesure de la résistance d'isolement à la température ambiante (voir 16.2.1.1);
- mesure de la résistance d'isolement à la température de service (voir 16.2.1.2);
- essai à haute tension en courant alternatif (voir 16.2.2).

On n'effectue pas l'essai sur plus de trois conducteurs.

16.2.1 Mesure de la résistance d'isolement

16.2.1.1 Mesure à la température ambiante

a) Cet essai doit être effectué sur la longueur de l'échantillon avant tout autre essai électrique.

Les conducteurs isolés sont séparés du câble et immergés dans l'eau à la température ambiante, 1 h au moins avant l'exécution de l'essai. La mesure doit être faite entre les âmes conductrices et l'eau.

Si nécessaire, la mesure peut être confirmée à $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

La tension d'essai continue doit être comprise entre 80 V et 500 V et être appliquée pendant une durée suffisante, égale à 1 min au moins et à 5 min au plus, afin que l'on obtienne une lecture stable.

Impulse withstand voltages

Rated voltage $U_0/U (U_m)$	kV	3,6/6 (7,2)	6/10 (12)	8,7/15 (17,5)	12/20 (24)	18/30 (36)
Test voltage	kV	60	75	95	125	170

c) After the test given in items a) and b), the cable sample shall be subjected, at room temperature, to a power-frequency voltage test for 15 min (on each core).

The values of the test voltage shall be those specified in item d) of 14.4. No breakdown of the insulation shall occur.

16.1.9 High-voltage test for 4 h

This test shall be made at room temperature. A power-frequency voltage shall be applied for 4 h to the sample between conductor(s) and the screen(s).

The test voltage shall be $3 U_0$. The voltage shall be increased gradually to the specified value. No breakdown of the insulation shall occur.

16.2 Electrical type tests on cables with rated voltage not exceeding 1,8/3 (3,6) kV for PE and XLPE insulation and 3,6/6 (7,2) kV for PVC and EPR insulation

These cables shall be subjected to the following tests, applied successively on the same sample of completed cable, 10 m to 15 m in length:

- insulation resistance measurement at room temperature (see 16.2.1.1);
- insulation resistance measurement at operating temperature (see 16.2.1.2);
- high-voltage alternating current test (see 16.2.2);

The tests shall be limited to not more than three cores.

16.2.1 Insulation resistance measurement

16.2.1.1 Measurement at ambient temperature

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

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

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

The d.c. test voltage shall be 80 V to 500 V and shall be applied for a sufficient time to reach reasonably steady measurement, but for not less than 1 min and not more than 5 min.

b) *Calculs* – La résistivité transversale doit être calculée, en partant de la valeur mesurée de la résistance d'isolement, par la formule suivante:

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

où

ρ est la résistivité transversale, en ohms centimètres;

R est la résistance d'isolement mesurée, en ohms;

l est la longueur de câble, en centimètres;

D est le diamètre extérieur de l'isolation, en millimètres;

d est le diamètre intérieur de l'isolation, en millimètres.

On peut aussi calculer la « constante d'isolement K_i » au moyen de la formule suivante:

$$K_i = \frac{l R \times 10^{-11}}{\log_{10} \frac{D}{d}} = 10^{-11} \times 0,367 \rho, \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$$

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

c) *Prescriptions* – Les valeurs calculées à partir des mesures effectuées ne doivent pas être inférieures à celles qui sont indiquées dans le tableau 5.

16.2.1.2 Mesure à la température assignée maximale

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

La tension d'essai continue doit être comprise entre 80 V et 500 V et être appliquée pendant une durée suffisante, égale à 1 min au moins et à 5 min au plus, afin que l'on obtienne une lecture stable.

b) *Calculs* – La résistivité transversale et/ou la constante d'isolement doivent être calculées à partir de la résistance d'isolement par les formules données au point b) de 16.2.1.1.

c) *Prescriptions* – Les valeurs calculées à partir des mesures effectuées ne doivent pas être inférieures à celles qui sont indiquées dans le tableau 5.

16.2.2 Essai de tension de 4 h

Les conducteurs isolés sont séparés du câble et immergés dans l'eau à la température ambiante pendant au moins 1 h.

On applique graduellement et on maintient pendant 4 h, entre l'âme conductrice et l'eau, une tension à fréquence industrielle égale à trois fois la tension assignée U_0 . Il ne doit pas se produire de perforation de l'enveloppe isolante.

b) *Calculations* – The volume resistivity shall be calculated from the measured insulation resistance by the following formula:

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

where

ρ is the volume resistivity, in ohm centimetres;

R is the measured insulation resistance, in ohms;

l is the length of the cable, in centimetres;

D is the outer diameter of the insulation, in millimetres;

d is the inner diameter of the insulation, in millimetres.

Also the "insulation resistance constant K_i " may be calculated, using the formula:

$$K_i = \frac{l R \times 10^{-11}}{\log_{10} \frac{D}{d}} = 10^{-11} \times 0,367 \rho, \text{ M}\Omega \text{ km}$$

NOTE – For the cores of shaped conductors, the ratio D/d is the ratio of the perimeter over the insulation to the perimeter over the conductor.

c) *Requirements* – The values calculated from the measurements shall be not less than those specified in table 5.

16.2.1.2 Measurement at maximum rated temperature

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

The d.c. test voltage shall be 80 V to 500 V and shall be applied for a sufficient time to reach reasonably steady measurement, but for not less than 1 min and not more than 5 min.

b) *Calculations* – The volume resistivity and/or the insulation resistance constant shall be calculated from the insulation resistance by the formulae given in item b) of 16.2.1.1.

c) *Requirements* – The values calculated from the measurements shall be not less than those specified in table 5.

16.2.2 Voltage test for 4 h

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

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

17 Essais de type non électriques

Le tableau 6 donne la liste des essais de type non électriques prescrits par cette norme.

17.1 Mesure des épaisseurs de l'enveloppe isolante

a) Echantillonnage

On prélève un échantillon sur chaque conducteur isolé.

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

b) Mode opératoire

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

c) Prescriptions

La moyenne de toutes les valeurs mesurées sur chaque conducteur, arrondie à 0,1 mm près (voir annexe B), ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée et la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée diminuée de 0,1 mm + 10 % de la valeur nominale spécifiée, soit:

$$t_m \geq t_n - (0,1 + 0,1 t_n), \text{ en millimètres}$$

17.2 Epaisseur des gaines non métalliques (y compris les gaines extrudées de séparation, mais non compris les revêtements internes)

a) Echantillonnage

On prélève un seul échantillon de câble.

b) Mode opératoire

Le mode opératoire est celui qui est décrit dans l'article 8 de la CEI 811-1-7.

c) Prescriptions

Chaque échantillon de gaine doit satisfaire aux prescriptions suivantes:

- pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique lisse (par exemple, sur un revêtement interne, une gaine métallique ou l'isolation d'un câble monoconducteur) la moyenne des valeurs mesurées, arrondie à 0,1 mm (voir annexe B), ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée et la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée, diminuée de 0,1 mm + 15 % de l'épaisseur nominale spécifiée, soit:

$$t_m \geq t_n - (0,1 + 0,15 t_n), \text{ en millimètres}$$

- pour une gaine appliquée sur une surface cylindrique irrégulière (par exemple une gaine formant bourrage sur un câble multiconducteur non armé sans revêtement interne, ou une gaine appliquée directement sur une armure, sur un écran métallique ou sur des conducteurs concentriques), et pour une gaine de séparation, la plus petite valeur mesurée ne doit pas être inférieure à l'épaisseur nominale spécifiée, diminuée de 0,2 mm + 20 % de l'épaisseur nominale spécifiée, soit:

$$t_m \geq t_n - (0,2 + 0,2 t_n), \text{ en millimètres}$$

17 Type tests, non-electrical

The non-electrical type tests required by this standard are given in table 6.

17.1 Measurement of thickness of insulation

a) Sampling

One sample shall be taken from each insulated cable core.

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

b) Procedure

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

c) Requirements

The average of all the measured values on each core rounded off to 0,1 mm in accordance with annex B, shall be not less than the specified nominal thickness and the smallest measured value shall not fall below the specified nominal thickness by more than 0,1 mm + 10 % of the specified nominal thickness, i.e.:

$$t_m \geq t_n - (0,1 + 0,1 t_n), \text{ in millimetres}$$

17.2 Measurement of thickness of non-metallic sheaths (including extruded separation sheaths, but excluding inner coverings)

a) Sampling

One sample of cable shall be taken.

b) Procedure

The measurements shall be made as described in clause 8 of IEC 811-1-7.

c) Requirements

Each piece of sheath shall comply with the following:

- for a sheath applied on a smooth cylindrical surface (e.g. on an inner covering, a metal sheath or the insulation of a single core) the average of the measured values, rounded off to 0,1 mm in accordance with annex B, shall be not less than the specified nominal thickness and the smallest measured value shall not fall below the specified nominal thickness by more than 0,1 mm + 15 % of the specified nominal thickness, i.e.:

$$t_m \geq t_n - (0,1 + 0,15 t_n), \text{ in millimetres}$$

- for a sheath applied on an irregular cylindrical surface (e.g. a penetrating sheath on an unarmoured multicore cable without inner covering or a sheath applied directly over armour, metallic screen or concentric conductor) and for a separation sheath, the smallest measured value shall not fall below the specified nominal thickness by more than 0,2 mm + 20 % of the specified nominal thickness, i.e.:

$$t_m \geq t_n - (0,2 + 0,2 t_n), \text{ in millimetres}$$

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

a) *Echantillonnage*

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

b) *Vieillissement*

Le vieillissement doit être effectué comme décrit dans l'article 8 de la CEI 811-1-2 dans les conditions spécifiées au tableau 7. Les essais des points 2.2 et 2.3 du tableau 7 ne s'appliquent qu'aux câbles à âme en cuivre, dépourvus d'écran sur âme. L'essai du point 2.3 est effectué uniquement en conjonction avec l'essai du point 2.1 du tableau 7 sur les câbles à âme en cuivre qui ne peuvent être soumis à l'essai du point 2.2.

NOTE - Les essais des points 2.2 et 2.3, à exécuter en présence de l'âme en cuivre, sont conseillés. Cependant, l'expérience acquise à présent n'est pas suffisante pour les rendre obligatoires, sauf accord particulier entre le fabricant et l'acheteur.

c) *Conditionnement et essais mécaniques*

Le conditionnement et la mesure des propriétés mécaniques doivent être effectués conformément à l'article 9 de la CEI 811-1-2.

d) *Prescriptions*

Les résultats des essais pour les échantillons avant et après vieillissement doivent satisfaire aux prescriptions du tableau 7.

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

a) *Echantillonnage*

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

b) *Vieillissement*

Le vieillissement des éprouvettes doit être effectué conformément à l'article 8 de la CEI 811-1-2 et aux valeurs spécifiées dans le tableau 8.

c) *Conditionnement et essais mécaniques*

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

d) *Prescriptions*

Les résultats des essais pour les échantillons avant et après vieillissement doivent satisfaire aux prescriptions du tableau 8.

17.5 *Essais additionnels de vieillissement sur tronçons de câbles complets*

a) *Généralités*

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

Cet essai est applicable à tous les modèles de câbles.

b) *Echantillonnage*

Les échantillons sont prélevés comme indiqué dans l'article 8 de la CEI 811-1-2.

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

a) *Sampling*

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

b) *Ageing treatments*

The ageing treatments shall be carried out as described in clause 8 of IEC 811-1-2, under the conditions specified in table 7. The tests of 2.2 and 2.3 of table 7 are only applicable to cables having copper conductors and which do not employ conductor screening. The test of 2.3 is only carried out in conjunction with the test of 2.1 of table 7 on those cables having copper conductors which cannot be subjected to the test of 2.2.

NOTE – The tests of 2.2 and 2.3, which are to be carried out in the presence of the copper conductor, are recommended for use. However, insufficient information has been obtained to date to make these requirements mandatory, except by agreement between the purchaser and the manufacturer.

c) *Conditioning and mechanical tests*

Conditioning and the measurement of mechanical properties shall be carried out as described in clause 9 of IEC 811-1-2.

d) *Requirements*

The test results for unaged and aged test pieces shall comply with the requirements given in table 7.

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

a) *Sampling*

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

b) *Ageing treatments*

The ageing treatments shall be carried out as described in clause 8 of IEC 811-1-2, under the conditions specified in table 8.

c) *Conditioning and mechanical tests*

Conditioning and the measurement of mechanical properties shall be carried out as described in clause 9 of IEC 811-1-1.

d) *Requirements*

The test results for unaged and aged test pieces shall comply with the requirements given in table 8.

17.5 *Additional ageing test on pieces of completed cables*

a) *General*

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

The test is applicable to cables of all types.

b) *Sampling*

Samples shall be taken from the completed cable as described in clause 8 of IEC 811-1-2.

c) *Vieillessement thermique*

Le vieillissement des échantillons de câble est effectué dans une étuve conformément à l'article 8 de la CEI 811-1-2 et en adoptant les conditions suivantes:

- température: (10 ± 2) °C au-dessus de la température assignée de service du câble ou, si la température de service n'est pas connue, à (10 ± 2) °C au-dessus de la température assignée maximale de l'âme pour l'enveloppe isolante (voir tableau 7);
- durée: 7×24 h.

d) *Essais mécaniques*

Les éprouvettes d'isolation et de gaine doivent être préparées à partir des échantillons de câbles vieillis suivant le mode opératoire décrit dans l'article 8 de la CEI 811-1-2.

e) *Prescriptions*

Les variations des valeurs moyennes de l'élongation et de la charge de rupture avant et après vieillissement (voir 17.3 et 17.4) ne doivent pas être supérieures aux valeurs correspondantes pour l'essai de vieillissement en étuve spécifiées dans le tableau 7 pour les isolants et dans le tableau 8 pour les gaines.

17.6 *Perte de masse pour les gaines de PVC de type ST₂*

a) *Mode opératoire*

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

b) *Prescriptions*

Les résultats de l'essai doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans le tableau 9.

17.7 *Essai de pression à température élevée sur les enveloppes isolantes et les gaines*

a) *Mode opératoire*

L'essai de pression à température élevée doit être réalisé conformément à l'article 8 de la CEI 811-3-1, en utilisant les conditions d'essai indiquées dans la méthode d'essai et dans les tableaux 9 et 10.

b) *Prescriptions*

Les résultats de l'essai doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans les tableaux 9 et 10.

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

a) *Mode opératoire*

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 8 de la CEI 811-1-4 avec les températures d'essai spécifiées dans le tableau 9.

b) *Prescriptions*

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions de l'article 8 de la CEI 811-1-4.

c) *Ageing treatment*

The ageing treatment of the pieces of cable shall be carried out in an air oven, as described in clause 8 of IEC 811-1-2 under the following conditions:

- temperature: (10 ± 2) °C above the rated operating conductor temperature of the cable or, if the operating temperature of the cable is not known, (10 ± 2) °C above the rated operating conductor temperature for the insulating material (see table 7);
- duration: 7×24 h.

d) *Mechanical tests*

Test pieces of insulation and sheath from the aged pieces of cable shall be prepared and subjected to mechanical tests as described in clause 8 of IEC 811-1-2.

e) *Requirements*

The variations between the median values of tensile strength and elongation at break after ageing and the corresponding values obtained without ageing (see 17.3 and 17.4) shall not exceed the values applying to the test after ageing in an air oven specified in table 7 for insulation and table 8 for sheaths.

17.6 *Loss of mass test on PVC sheaths of Type ST₂*

a) *Procedure*

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

b) *Requirements*

The test results shall comply with the requirements given in table 9.

17.7 *Pressure test at high temperature on insulation and sheaths*

a) *Procedure*

The pressure test at high temperature shall be carried out in accordance with clause 8 of IEC 811-3-1 employing the test conditions given in the test method and in tables 9 and 10.

b) *Requirements*

The test results shall comply with the requirements given in tables 9 and 10.

17.8 *Test for the behaviour of PVC insulation and sheath at low temperatures*

a) *Procedure*

The sampling and test procedures shall be in accordance with clause 8 of IEC 811-1-4 employing the test temperature specified in table 9.

b) *Requirements*

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

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

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 9 de la CEI 811-3-1. La température et la durée du chauffage sont indiquées dans le tableau 9.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions de l'article 9 de la CEI 811-3-1.

17.10 Mesure de l'indice de fluidité du PE d'isolation

a) Mode opératoire

Les échantillons prélevés sur les enveloppes en PE sont préparés et essayés conformément à l'article 10 de la CEI 811-4-1.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans le tableau 10.

17.11 Essais de résistance à l'ozone pour les enveloppes isolantes en EPR

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 8 de la CEI 811-2-1. La concentration en ozone et la durée de l'essai sont indiquées dans le tableau 11.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions de l'article 8 de la CEI 811-2-1.

**17.12 Essai d'allongement à chaud pour les enveloppes isolées à l'EPR ou à l'XLPE
et pour les gaines en matériau du type SE₁**

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 9 de la CEI 811-2-1, en prenant pour valeurs d'essai celles qui sont données dans les tableaux 11 et 12.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans les tableaux 11 pour les mélanges isolants EPR et XLPE, et dans le tableau 12 pour les mélanges pour gaines SE₁.

17.13 Essai de résistance à l'huile minérale pour les gaines à base d'élastomère

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 10 de la CEI 811-2-1, en prenant pour valeurs d'essai celles qui sont indiquées dans le tableau 12.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions indiquées dans le tableau 12.

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

a) *Procedure*

The sampling and test procedure shall be in accordance with clause 9 of IEC 811-3-1, the test temperature and period of heating being in accordance with table 9.

b) *Requirements*

The results of the test shall comply with the requirements given in clause 9 of IEC 811-3-1.

17.10 *Measurement of melt flow index of PE insulation*

a) *Procedure*

Samples taken from the PE insulation shall be prepared and tested in accordance with clause 10 of IEC 811-4-1.

b) *Requirements*

The results of the tests shall comply with the requirements given in table 10.

17.11 *Ozone resistance test for EPR insulations*

a) *Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with clause 8 of IEC 811-2-1, the ozone concentration and test period being in accordance with table 11.

b) *Requirements*

The results of the test shall comply with the requirement given in clause 8 of IEC 811-2-1.

17.12 *Hot set test for EPR and XLPE insulation and sheaths of SE₁*

a) *Procedure*

The sampling and test procedures shall be carried out in accordance with clause 9 of IEC 811-2-1, employing the conditions given in tables 11 and 12.

b) *Requirements*

The test results shall comply with the requirements given in table 11 for EPR and XLPE insulation and in table 12 for SE₁ sheaths.

17.13 *Oil-immersion test for elastomeric sheaths*

a) *Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with clause 10 of IEC 811-2-1, employing the conditions given in table 12.

b) *Requirements*

The results of the test shall comply with the requirements given in table 12.

17.14 *Essai d'absorption d'eau des isolations*

a) *Mode opératoire*

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 9 de la CEI 811-1-3, avec les prescriptions données dans les tableaux 9, 10 ou 11.

b) *Prescriptions*

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions données dans les tableaux 9, 10 ou 11.

17.15 *Essai de résistance à la propagation de la flamme*

Cet essai s'applique uniquement aux câbles ayant une gaine en matériau du type ST₁, ST₂ ou SE₁ et ne doit être effectué que s'il est spécialement prescrit.

La méthode d'essai et les prescriptions doivent être conformes à la CEI 332-1.

17.16 *Mesure de la teneur en noir de carbone des gaines en PE*

a) *Mode opératoire*

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 11 de la CEI 811-4-1.

b) *Prescriptions*

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions données dans le tableau 10.

17.17 *Mesure du retrait longitudinal pour les enveloppes en PE et en XLPE*

a) *Mode opératoire*

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 10 de la CEI 811-1-3 dans les conditions spécifiées dans les tableaux 10 et 11.

b) *Prescriptions*

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions des tableaux 10 et 11.

17.18 *Essai spécial de pliage*

Pour les types de câbles du point b) de 6.2, un essai de pliage spécial doit être effectué.

a) *Mode opératoire*

L'échantillon est enroulé autour d'un cylindre d'essai (par exemple le tambour d'un touret), à la température ambiante, sur un tour complet au moins. Le diamètre du cylindre doit être égal à $7 D$, où D est le diamètre extérieur mesuré de l'échantillon de câble. On déroule ensuite l'échantillon et on répète l'opération, sauf que la courbure de l'échantillon doit être de sens contraire.

Ce cycle d'opérations doit être effectué trois fois. Puis l'échantillon, toujours enroulé autour du cylindre, est placé dans une étuve à air chaud à la température maximale spécifiée pour l'âme du câble pendant 24 h.

Lorsque le câble a été refroidi, un essai de tension est effectué conformément à 14.4, le câble étant toujours enroulé.

b) *Prescriptions*

Aucun claquage ne doit se produire et la gaine extérieure ne doit pas présenter de craquelures.

17.14 *Water absorption test on insulations*

a) *Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with clause 9 of IEC 811-1-3, employing the conditions specified in tables 9, 10 or 11 respectively.

b) *Requirements*

The results of the test shall comply with the requirements given in tables 9, 10 or 11.

17.15 *Flame retardance test*

This test is only applicable to cables having sheaths of ST₁, ST₂ or SE₁ compound and shall be carried out on such cables only when specially required.

The method of test and requirements shall be those specified in IEC 332-1.

17.16 *Measurement of carbon black content of PE sheaths*

a) *Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with clause 11 of IEC 811-4-1.

b) *Requirements*

The results of the test shall comply with the requirements of table 10.

17.17 *Shrinkage test for PE and XLPE insulation*

a) *Procedure*

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with clause 10 of IEC 811-1-3 under the conditions specified in tables 10 and 11.

b) *Requirements*

The results of the test shall comply with the requirements of tables 10 and 11.

17.18 *Special bending test*

For the type of cable described in item b) of 6.2, a special bending test shall be made.

a) *Procedure*

The sample shall be bent around a test cylinder (for example, the hub of a drum) at room temperature for at least one complete turn. The diameter of the cylinder shall be $7D$, where D is the measured external diameter of the cable sample. The cable shall then be unwound and the process shall be repeated except that the bending of the sample shall be in the reverse direction.

This cycle of operations shall be carried out three times. Then the sample, left bent round the cylinder shall be placed in an air oven heated to the maximum rated conductor temperature of the cable for 24 h.

After the cable has cooled down, the voltage test in accordance with 14.4 shall be carried out while the cable is still bent.

b) *Requirements*

No breakdown shall occur and the external sheath shall not show any crack.

17.19 Essai de la stabilité thermique des enveloppes isolantes en PVC/B

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et le mode opératoire doivent être conformes à l'article 9 de la CEI 811-3-2, dans les conditions spécifiées au tableau 9.

b) Prescriptions

Les résultats des essais doivent satisfaire aux prescriptions du tableau 9.

17.20 Essai de rétraction de la gaine PE

a) Mode opératoire

L'échantillonnage et la procédure d'essai doivent être effectués conformément à l'article 11 de la CEI 811-1-3 dans les conditions spécifiées au tableau 10.

b) Prescriptions

Les résultats de l'essai doivent être conformes aux prescriptions du tableau 10.

18 Essai diélectrique après pose

Les essais après pose sont effectués lorsque l'installation du câble et de ses accessoires est terminée.

Une tension continue égale à 70 % de la tension continue prescrite au point d) de 14.4 doit être appliquée pendant 15 min.

En variante et sur accord entre l'entrepreneur et l'acheteur, un essai en tension alternative à fréquence industrielle conforme aux points a) et b) ci-dessous peut être effectué.

a) Essai pendant 5 min à la tension assignée du réseau appliquée entre le conducteur et l'écran.

b) Essai pendant 24 h à la tension normale de fonctionnement du réseau.

NOTE - Les essais diélectriques sur des installations réparées sont soumis aux règles d'installation. Les essais ci-dessus concernent uniquement les installations neuves.

17.19 Thermal stability test for insulation of PVC/B

a) Procedure

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with clause 9 of IEC 811-3-2 under the conditions specified in table 9.

b) Requirements

The results of the test shall comply with the requirements of table 9.

17.20 Shrinkage test for PE sheath

a) Procedure

The sampling and test procedure shall be carried out in accordance with clause 11 of IEC 811-1-3 under the conditions specified in table 10.

b) Requirements

The results of the test shall comply with the requirements of table 10.

18 Electrical test after installation

Tests after installation are made when the installation of the cable and its accessories has been completed.

A d.c. voltage equal to 70 % of the d.c. voltage specified in item d) of 14.4 shall be applied for 15 min.

As an alternative, by agreement between the contractor and purchaser, an a.c. voltage test at power frequency, in accordance with items a) and b) below, can be used:

a) Test for 5 min with the system voltage applied between the conductor and the screen.

b) Test for 24 h with the normal operating voltage of the system.

NOTE - Electrical tests on *repaired* installations are subject to installation requirements. The tests above are for *new* installations only.

Tableau 5 – Prescriptions pour les essais électriques de type

	Propriété fondamentale du mélange	1	2	3	4	5
		Thermoplastiques			Elastomères, etc.	
0	Désignation du mélange isolant*	PVC		PE	EPR	XLPE
		A	B			
00	Température assignée maximale du conducteur (°C)	70	70	70**	90	90
1	Résistivité transversale*** (Ω cm)					
1a	- à 20 °C (voir 16.2.1.1)	10 ¹³	10 ¹⁴	-	-	-
1b	- à la température assignée maximale de service**** (voir 16.2.1.2)	10 ¹⁰	10 ¹¹	-	10 ¹²	10 ¹²
2	Constantes d'isolement*** K _i (MΩ km)					
2a	- à 20 °C (voir 16.1.3 et 16.2.1.1)	36,7	367	-	-	-
2b	- à la température assignée maximale de service**** (voir 16.2.1.2)	0,037	0,37	-	3,67	3,67
3	Pertes diélectriques en fonction de la tension, à température ambiante (voir 16.1.5)					
3a	- tg δ maximale à U ₀ (x 10 ⁻⁴)	-	1 000	10	200	40
3b	- variation maximale de tg δ entre 0,5 U ₀ et 2 U ₀ (x 10 ⁻⁴)	-	65	20	25	20
4	Pertes diélectriques en fonction de la température à 2 kV (voir 16.1.6)					
4a	- tg δ maximale à la température ambiante (x 10 ⁻⁴)	-	1 000	10	200	40
4b	- tg δ maximale à la température assignée maximale de service**** (x 10 ⁻⁴)	-	1 ¹⁾	10	400	80
1) Pour le PVC/B, le produit «permittivité x tg δ» ne doit pas dépasser 0,75 dans tout l'intervalle de température compris entre la température ambiante et 85 °C. De plus, la valeur de tg δ à 80 °C ne doit pas excéder la valeur de tg δ à 60 °C.						
5	Essais de décharges partielles (voir paragraphes 16.1.3, 16.1.4c) et 16.1.7b)) Décharges maximales à 1,5 U ₀ (pC)	-	40	20	20	20
* La signification des désignations est indiquée en 1.2. ** 75 °C pour le polyéthylène de masse volumique supérieure à 0,940 g/cm ³ à 23 °C. *** Pour les câbles de tension assignée ne dépassant pas 1,8/3 kV, isolés à l'XLPE, et 3,6/6 kV, isolés à l'EPR ou au PVC/B. **** Voir les valeurs de la température assignée maximale du conducteur sur la ligne 00 de ce tableau.						

Table 5 – Electrical type test requirements

	Basic property of the compound	1	2	3	4	5
		Thermoplastic			Elastomeric, etc.	
0	Designation of the insulating compounds*	PVC		PE	EPR	XLPE
		A	B			
00	Maximum rated conductor temperature (°C)	70	70	70**	90	90
1	Volume resistivity*** (Ω cm)					
1a	– at 20 °C (see 16.2.1.1)	10 ¹³	10 ¹⁴	–	–	–
1b	– at maximum rated temperature**** (see 16.2.1.2)	10 ¹⁰	10 ¹¹	–	10 ¹²	10 ¹²
2	Insulation resistance constant*** K _i (MΩ km)					
2a	– at 20 °C (see 16.1.3 and 16.2.1.1)	36,7	367	–	–	–
2b	– at maximum rated temperature**** (see 16.2.1.2)	0,037	0,37	–	3,67	3,67
3	Dielectric power factor as a function of the voltage, at ambient temperature (see 16.1.5)					
3a	– maximum tan δ at U ₀ (× 10 ⁻⁴)	–	1 000	10	200	40
3b	– maximum increment of tan δ between 0,5 U ₀ and 2 U ₀ (× 10 ⁻⁴)	–	65	20	25	20
4	Dielectric power factor as a function of the temperature at 2 kV (see 16.1.6)					
4a	– maximum tan δ at ambient temperature (× 10 ⁻⁴)	–	1 000	10	200	40
4b	– maximum tan δ at rated temperature**** (× 10 ⁻⁴)	–	1) ¹⁾	10	400	80
1) For PVC/B, the product "permittivity × tan δ" shall not exceed 0,75 within the temperature range from ambient to 85 °C. Furthermore, the value of tan δ at 80 °C shall not exceed the value of tan δ at 60 °C.						
5	Partial discharge test (see subclauses 16.1.3, 16.1.4c) and 16.1.7b)) Maximum discharge at 1,5 U ₀ (pC)	–	40	20	20	20
* For the meaning of the designations, see 1.2.						
** 75 °C for polyethylene of density higher than 0,940 g/cm ³ at 23 °C.						
*** For cables of rated voltage not exceeding 1,8/3 kV for XLPE insulation and 3,6/6 kV for PVC/B and EPR insulation.						
**** The values of maximum rated conductor temperature are given in line 00 of this table.						

Tableau 6 – Essais de type non électriques (voir les tableaux 7 à 12)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
											Enveloppes isolantes					Gaines non métalliques				
											Thermoplastiques			Elastomères		Thermoplastiques				Elasto- mères
											PVC		PE	EPR	XLPE	PVC		PE		SE ₁
											A	B				ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇	
1	<i>Dimensions</i>																			
1a	Mesures d'épaisseurs	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2	<i>Propriétés mécaniques</i> (charge et allongement à la rupture)																			
2a	Avant vieillissement	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2b	Après vieillissement en étuve à air	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2c	Après vieillissement dans la bombe à air				x															
2d	Après vieillissement des tronçons de câbles complets	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2e	Après immersion dans l'huile chaude									x										
3	<i>Propriétés thermoplastiques</i>																			
3a	Essai de pression à température élevée (pénétration)	x	x				x	x		x										
3b	Tenue à basse température	x	x				x	x												
4	<i>Divers</i>																			
4a	Essai de perte de masse en étuve à air							x												
4b	Essai de chocs thermiques (fissuration)	x	x				x	x												
4c	Indice de fluidité à l'état neuf			x																
4d	Essai de résistance à l'ozone				x															
4e	Essai d'allongement à chaud				x	x				x										
4f	Essai de non-propagation de la flamme (s'il est demandé)						x	x		x										
4g	Stabilité thermique		x																	
4h	Absorption d'eau	x	x	x	x	x														
4j	Essai de rétraction			x		x			x*	x*										
4k	Mesure du taux de noir de carbone (si la gaine extérieure est noire)								x	x										

«x» indique que l'essai de type est à appliquer.

* A l'étude.

Table 6 – Non-electrical type tests (see tables 7 to 12)

0	Designation of compounds (see tables 7 and 8)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		Insulations					Non-metallic sheaths					
		Thermoplastic			Elasto- meric		Thermoplastic				Elasto- meric	
		PVC		PE	EPR	XLPE	PVC		PE		SE ₁	
		A	B				ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇		
1	<i>Dimensions</i>											
1a	Measurement of thickness	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2	<i>Mechanical properties</i> (tensile strength and elongation)											
2a	Without ageing	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2b	After ageing in air oven	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2c	After ageing in air bomb				x							
2d	After ageing of pieces of complete cable	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2e	After immersion in hot oil										x	
3	<i>Thermoplastic properties</i>											
3a	Hot pressure test (indentation)	x	x				x	x		x		
3b	Behaviour at low temperature	x	x				x	x				
4	<i>Miscellaneous</i>											
4a	Loss of mass test in air oven							x				
4b	Heat shock test (cracking)	x	x				x	x				
4c	Melt flow index without ageing			x								
4d	Ozone resistance test				x							
4e	Hot set test				x	x					x	
4f	Flame retardance test (if required)						x	x			x	
4g	Thermal stability		x									
4h	Water absorption	x	x	x	x	x						
4j	Shrinkage test			x		x			x*	x*		
4k	Carbon black content (if black oversheath)								x	x		

"x" indicates that the type test is to be applied.
* Under consideration.

Tableau 7 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques mécaniques des matériaux pour enveloppes isolantes (avant et après vieillissement)

0	1	2	3	4	5	6	7		
	Désignation du mélange isolant (voir 1.2)		PVC		EPR	XLPE	PE		
		A	B						
	Température assignée maximale de l'âme (voir 1.4)	°C	70	70	90	90	70*		
1	<i>Sans vieillissement</i> (CEI 811-1-1 article 9)								
1.1	Résistance à la traction, minimale	N/mm ²	12,5	12,5	4,2	12,5	10,0		
1.2	Allongement à la rupture, minimal	%	150	125	200	200	300		
2	<i>Après vieillissement en étuve à air</i> (CEI 811-1-2, article 8)				Câbles 0,6/1 kV à âmes de cuivre	Tous autres câbles	Câbles 0,6/1 kV à âmes de cuivre	Tous autres câbles	
2.1	Après vieillissement sans âme								
2.1.1	Traitement { température tolérance durée	°C °C Jours	100 ±2 7	100 ±2 7	135 ±3 7	135 ±3 7	135 ±3 7	135 ±3 7	100 ±2 10
2.1.2	Résistance à la traction: a) valeur minimale après vieillissement b) variation** maximale	N/mm ² %	12,5 ±25	12,5 ±25	±30	±30	±25	±25	
2.1.3	Allongement à la rupture: a) valeur minimale après vieillissement b) variation** maximale	% %	150 ±25	125 ±25	±30	±30	±25	±25	300
2.2	Après vieillissement avec âme de cuivre, suivi par l'essai de traction***								
2.2.1	Traitement { température tolérance durée	°C °C Jours			150 ±3 7		150 ±3 7		
2.2.2	Résistance à la traction: variation** maximale	%			±30		±30		
2.2.3	Allongement à la rupture: variation** maximale	%			±30		±30		
2.3	Après vieillissement avec âme de cuivre, suivi par l'essai de pliage (uniquement si 2.2 n'est pas réalisable)***								
2.3.1	Traitement { température tolérance durée	°C °C Jours			150 ±3 10		150 ±3 10		
2.3.2	Résultats à obtenir				Pas de fissure				
3	<i>Après vieillissement dans la bombe à air à 55 ± 2 N/cm²</i> (CEI 811-1-2 article 8)								
3.0	Traitement { température (tolérance ± 1 °C) durée	°C Heures			127 40				
3.1	Variation**, de: Résistance à la traction, minimale	%			±30				
3.2	Allongement à la rupture, minimal	%			±30				

* 75 °C pour le polyéthylène haute densité.

** Variation: différence entre la valeur médiane obtenue après vieillissement et la valeur médiane obtenue sans vieillissement, exprimée en pourcentage de cette dernière.

*** Voir la note du point b) de 17.3.

Table 7 – Test requirements for mechanical characteristics of insulating materials (before and after ageing)

0	1	2	3	4	5	6	7	
	Designation of the insulating compound (see 1.2)		PVC		EPR	XLPE	PE	
			A	B				
	Maximum rated conductor temperature (see 1.4)	°C	70	70	90	90	70*	
1	<i>Without ageing</i> (IEC 811-1-1 clause 9)							
1.1	Tensile strength, minimum	N/mm ²	12,5	12,5	4,2	12,5	10,0	
1.2	Elongation-at-break, minimum	%	150	125	200	200	300	
2	<i>After ageing in air oven</i> (IEC 811-1-2, clause 8)				0,6/1 kV cables with copper conductors	All other cables	0,6/1 kV cables with copper conductors	All other cables
2.1	After ageing without conductor							
2.1.1	Treatment { temperature tolerance duration	°C °C Days	100 ±2 7	100 ±2 7	135 ±3 7	135 ±3 7	135 ±3 7	135 ±3 7
2.1.2	Tensile strength: a) value after ageing minimum b) variation** maximum	N/mm ² %	12,5 ±25	12,5 ±25	±30	±30	±25	±25
2.1.3	Elongation-at-break: a) value after ageing minimum b) variation** maximum	% %	150 ±25	125 ±25	±30	±30	±25	±25
2.2	After ageing with copper conductor followed by tensile test***							
2.2.1	Treatment { temperature tolerance duration	°C °C Days			150 ±3 7		150 ±3 7	
2.2.2	Tensile strength: variation** maximum	%			±30		±30	
2.2.3	Elongation-at-break: variation** maximum	%			±30		±30	
2.3	After ageing with copper conductor followed by bending test (only if 2.2 is not practicable)***							
2.3.1	Treatment { temperature tolerance duration	°C °C Days			150 ±3 10		150 ±3 10	
2.3.2	Results to be obtained				No cracks			
3	<i>After ageing in air bomb</i> at $55 \pm 2 \text{ N/cm}^2$ (IEC 811-1-2 clause 8)							
3.0	Treatment { temperature (tolerance $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$) duration	°C Hours			127 40			
3.1	Variation**, of the: Tensile strength, maximum	%			±30			
3.2	Elongation-at-break, maximum	%			±30			

* For high-density polyethylene 75 °C.

** Variation: difference between the median value obtained after ageing and the median value obtained without ageing expressed as a percentage of the latter.

*** See note in item b) of 17.3.

Tableau 8 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques mécaniques des matériaux pour gaines (avant et après vieillissement)

0	1	2	3	4	5	6	7
a	Classification du mélange de la gaine *		ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇	SE ₁
b	Propriété fondamentale du mélange de la gaine	Thermoplastique					Elastomère
c	Température assignée maximale de l'âme du câble sur lequel la gaine peut être utilisée **	°C	80	90	80	90	85
1	<i>Sans vieillissement</i> (CEI 811-1-1, article 9)						
1.1	Résistance à la traction, minimale	N/mm ²	12,5	12,5	10,0	12,5	10,0
1.2	Allongement à la rupture, minimal	%	150	150	300	300	300
2	<i>Après vieillissement en étuve à air</i> (CEI 811-1-2, article 8)						
2.0	Traitement: température (tolérance ±2 °C)	°C	100	100	100	110	100
	durée	Jours	7	7	10	14	7
2.1	Résistance à la traction:						
	a) valeur minimale après le vieillissement	N/mm ²	12,5	12,5			
	b) variation***, maximale	%	±25	±25			±30
2.2	Allongement à la rupture:						
	a) valeur minimale après le vieillissement	%	150	150	300	300	250
	b) variation***, maximale	%	±25	±25			±40
<p>* La signification des désignations est indiquée en 1.5. ST₃ et ST₇ sont des classes de mélanges pour gaines à base de PE thermoplastique. SE₁ est une classe de mélanges élastomères pour gaines à base de polychloroprène, polyéthylène chlorosulfoné ou polymères similaires</p> <p>** Voir 1.5.</p> <p>*** Variation: différence entre la valeur médiane obtenue après vieillissement et la valeur médiane obtenue sans vieillissement, exprimée en pourcentage de cette dernière.</p>							

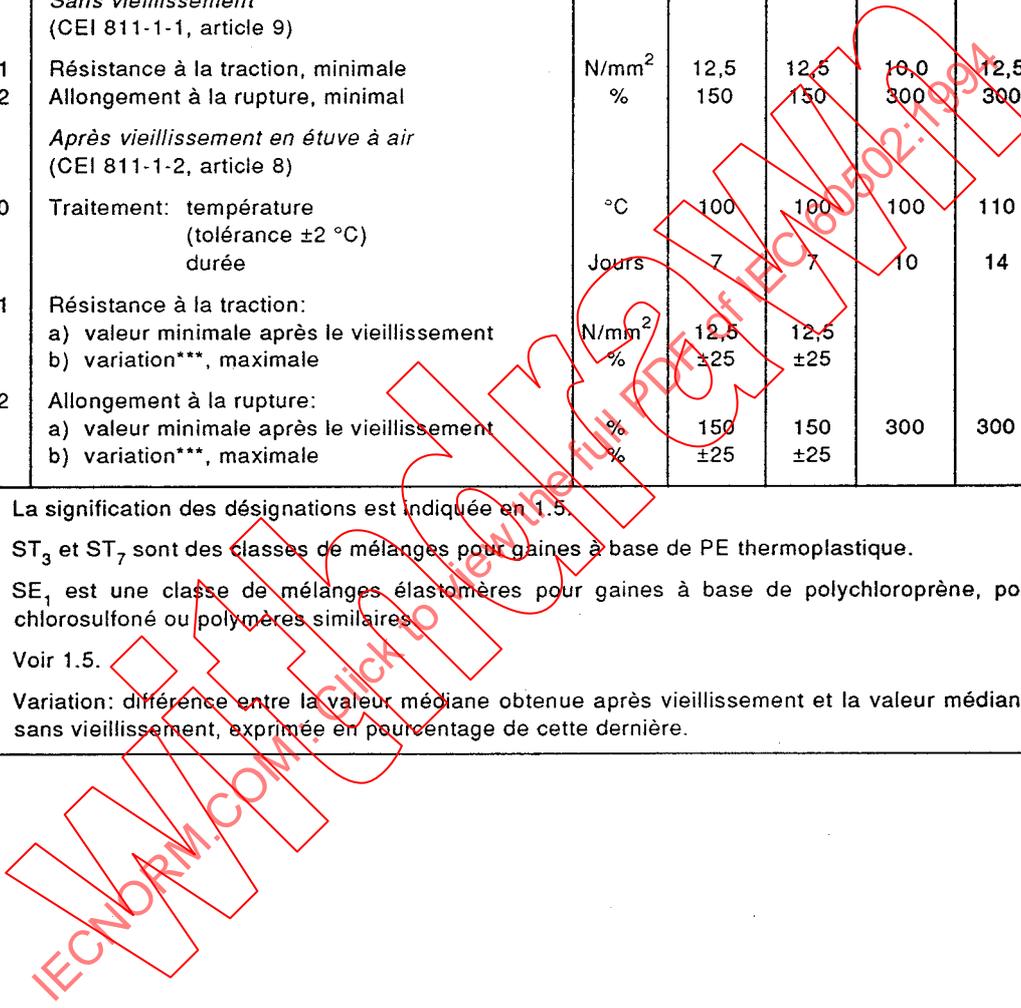


Table 8 – Test requirements for mechanical characteristics of sheathing materials (before and after ageing)

0	1	2	3	4	5	6	7
a	Designation of the class of compound *		ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇	SE ₁
b	Basic property of the sheathing compound	Thermoplastic					Elasto- meric
c	Maximum rated conductor temperature of the cables for which the sheathing can be used **	°C	80	90	80	90	85
1	<i>Without ageing</i> (IEC 811-1-1, clause 9)						
1.1	Tensile strength, minimum	N/mm ²	12,5	12,5	10,0	12,5	10,0
1.2	Elongation at break, minimum	%	150	150	300	300	300
2	<i>After ageing in air oven</i> (IEC 811-1-2, clause 8)						
2.0	Treatment: temperature (tolerance ±2 °C)	°C	100	100	100	110	100
	duration	Days	7	7	10	14	7
2.1	Tensile strength:						
	a) value after ageing, minimum	N/mm ²	12,5	12,5			
	b) variation***, maximum	%	±25	±25			±30
2.2	Elongation at break:						
	a) value after ageing, minimum	%	150	150	300	300	250
	b) variation***, maximum	%	±25	±25			±40
<p>* For the meaning of the designations, see 1.5. ST₃ and ST₇ are classes of sheathing compounds based on thermoplastic polyethylene. SE₁ is a class of elastomeric sheathing compounds based on polychloroprene, chlorosulfonated polyethylene or similar polymers.</p> <p>** See 1.5.</p> <p>*** Variation: difference between the median value obtained after ageing and the median value obtained without ageing expressed as a percentage of the latter.</p>							

Tableau 9 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges à base de PVC pour enveloppes isolantes et gaines

0	1	2	3	4	5	6
	Classification du mélange		PVC		ST ₁	ST ₂
			A	B		
	Emploi du mélange PVC		Enveloppe		Gaine	
1	<i>Perte de masse surfacique en étuve à air</i> (CEI 811-3-2, article 8)					
1.1	Traitement { température (tolérance ± 2 °C) durée	°C Jours	- -	- -	- -	100 7
1.2	Perte de masse surfacique maximale admise	mg/cm ²	-	-	-	1,5
2	<i>Essai de pression à température élevée</i> (CEI 811-3-1, article 8)					
2.1	Température d'essai (tolérance ± 2 °C)	°C	80	80	80	90
2.2	Durée sous charge	Heures	Selon CEI 811-3-1, article 8		Selon CEI 811-3-1, article 8	
2.3	Profondeur d'empreinte maximale admise	%	50	50	50	50
3	<i>Comportement à basse température*</i> (CEI 811-1-4, article 8)					
3.1	Essais effectués sans vieillissement préalable. Pliage à froid pour les diamètres de câble < 12,5 mm					
	Température d'essai (tolérance ± 2 °C)	°C	-15	-5	-15	-15
3.2	Elongation à froid sur éprouvettes hautes					
	Température d'essai (tolérance ± 2 °C)	°C	-15	-5	-15	-15
3.3	Chocs mécaniques à froid					
	Température d'essai (tolérance ± 2 °C)	°C			-15	-15
4	<i>Essai de chocs thermiques</i> (CEI 811-3-1, article 9)					
4.1	Température d'essai (tolérance ± 3 °C)	°C	150	150	150	150
4.2	Durée de l'essai	Heures	1	1	1	1
5	<i>Stabilité thermique</i> (CEI 811-3-2, article 9)					
5.1	Température (tolérance ± 0,5 °C)	°C		200		
5.2	Temps minimal	Min		100		
6	<i>Absorption d'eau</i> (CEI 811-1-3, article 9) Méthode électrique:					
6.1	Température (tolérance ± 2 °C)	°C	70			
6.2	Durée	Jours	10			
	Méthode pondérale:					
6.3	Température (tolérance ± 2 °C)	°C		85		
6.4	Durée	Jours		14		
6.5	Variation de masse surfacique maximale admise	mg/cm ²		10		

* Les conditions climatiques particulières peuvent exiger que les normes nationales utilisent une température d'essai plus basse.

Table 9 – Test requirements for particular characteristics for PVC insulating and sheathing compounds

0	1	2	3	4	5	6
	Designation of the class of compound		PVC		ST ₁	ST ₂
			A	B		
	Use of the PVC compound		Insulation		Sheath	
1	<i>Loss of mass in air oven</i> (IEC 811-3-2, clause 8)					
1.1	Treatment { temperature (tolerance ± 2 °C) duration	°C Days	- -	- -	- -	100 7
1.2	Maximum permissible loss of mass	mg/cm ²	-	-	-	1,5
2	<i>Pressure test at high temperature</i> (IEC 811-3-1, clause 8)					
2.1	Test temperature (tolerance ±2 °C)	°C	80	80	80	90
2.2	Time under load	Hours	See IEC 811-3-1, clause 8		See IEC 811-3-1, clause 8	
2.3	Maximum depth of indentation	%	50	50	50	50
3	<i>Behaviour at low temperature</i> (IEC 811-1-4, clause 8)					
3.1	Tests to be carried out without previous ageing: Cold bending test for diameter < 12,5 mm					
	Test temperature (tolerance ± 2 °C)	°C	-15	-5	-15	-15
3.2	Cold elongation test on dumb-bells					
	Test temperature (tolerance ± 2 °C)	°C	-15	-5	-15	-15
3.3	Cold impact test					
	Test temperature (tolerance ± 2 °C)	°C			-15	-15
4	<i>Heat shock test</i> (IEC 811-3-1, clause 9)					
4.1	Test temperature (tolerance ±3 °C)	°C	150	150	150	150
4.2	Test duration	Hours	1	1	1	1
5	<i>Thermal stability</i> (IEC 811-3-2, clause 9)					
5.1	Temperature (tolerance ± 0,5 °C)	°C		200		
5.2	Minimum time	Min		100		
6	<i>Water absorption</i> (IEC 811-1-3, clause 9) Electrical method:					
6.1	Temperature (tolerance ± 2 °C)	°C	70			
6.2	Test duration	Days	10			
	Gravimetric method:					
6.3	Temperature (tolerance ± 2 °C)	°C		85		
6.4	Duration	Days		14		
6.5	Maximum variation of mass	mg/cm ²		10		

* Due to climatic conditions, national standards may require the use of a lower temperature.

Tableau 10 – Prescriptions d'essai pour les caractéristiques particulières des mélanges à base de PE pour enveloppes isolantes et gaines

0	1	2	3	4	5
	Classification des mélanges		PE	ST ₃	ST ₇
	Emploi des mélanges PE		Enveloppe	Gaine	
1	<i>Masse volumique*</i> (CEI 811-1-3, article 8)				
2	<i>Indice de fluidité à chaud</i> (CEI 811-4-1, article 10)				
2.1	Sans vieillissement Valeur maximale autorisée		0,4		
3	<i>Mesure de taux de noir de carbone</i> (si la gaine extérieure est noire) (CEI 811-4-1, article 11)				
	Valeur nominale	%		2,5	2,5
	Tolérance	%		±0,5	±0,5
4	<i>Absorption d'eau</i> (CEI 811-1-3, article 9) Méthode pondérale:				
4.1	Température (tolérance ±2 °C)	°C	85		
4.2	Durée	Jours	14		
4.3	Variation de masse maximale admise	mg/cm ²	1		
5	<i>Essai de rétraction</i> (CEI 811-1-3, article 10)			**	**
5.1	Température (tolérance ±2 °C)	°C	100		
5.2	Durée	Heures	1		
5.3	Rétraction maximale admise	%	4		
6	<i>Eau de pression à température élevée</i> (CEI 811-3-1, article 8)				
6.1	Température d'essai	°C			115
	Tolérance	°C			±2
* La mesure de la masse volumique n'est prescrite que pour d'autres essais.					
** A l'étude.					

Table 10 – Test requirements for particular characteristics of PE (thermoplastic polyethylene) insulating and sheathing compounds

0	1	2	3	4	5
	Designation of the class of compounds		PE	ST ₃	ST ₇
	Use of the PE compounds		Insulation	Sheath	
1	<i>Density*</i> (IEC 811-1-3, clause 8)				
2	<i>Melt flow index</i> (IEC 811-4-1, clause 10)				
2.1	Without ageing Maximum permissible value		0,4		
3	<i>Carbon black content</i> (if black overshath) (IEC 811-4-1, clause 11)				
	Nominal value	%		2,5	2,5
	Tolerance	%		±0,5	±0,5
4	<i>Water absorption</i> (IEC 811-1-3, clause 9) Gravimetric method:				
4.1	Temperature (tolerance ±2 °C)	°C	85		
4.2	Duration	Days	14		
4.3	Maximum variation of mass	mg/cm ²	1		
5	<i>Shrinkage test</i> (IEC 811-1-3, clause 10)			**	**
5.1	Temperature (tolerance ±2 °C)	°C	100		
5.2	Duration	Hours	1		
5.3	Maximum permissible shrinkage	%	4		
6	<i>Pressure test at high temperature</i> (IEC 811-3-1, clause 8)				
6.1	Test temperature	°C			115
	Tolerance	°C			±2
* The measurement of density is only required for the purpose of other tests.					
** Under consideration.					