

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60055-1

Cinquième édition
Fifth edition
1997-05

**Câbles isolés au papier imprégné sous gaine
métallique pour des tensions assignées inférieures
ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices
en cuivre ou aluminium et à l'exclusion des câbles
à pression de gaz et à huile fluide)**

**Partie 1:
Essais des câbles et de leurs accessoires**

**Paper-insulated metal-sheathed cables for
rated voltages up to 18/30 kV (with copper or
aluminium conductors and excluding gas-pressure
and oil-filled cables)**

**Part 1:
Tests on cables and their accessories**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60055-1: 1997

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 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 60878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027, de la CEI 60417, de la CEI 60617 et/ou de la CEI 60878, 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 60050: *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 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 60878: *Graphical symbols for electro-medical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027, IEC 60417, IEC 60617 and/or IEC 60878, 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**

60055-1

Cinquième édition
Fifth edition
1997-05

**Câbles isolés au papier imprégné sous gaine
métallique pour des tensions assignées inférieures
ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices
en cuivre ou aluminium et à l'exclusion des câbles
à pression de gaz et à huile fluide)**

**Partie 1:
Essais des câbles et de leurs accessoires**

**Paper-insulated metal-sheathed cables for
rated voltages up to 18/30 kV (with copper or
aluminium conductors and excluding gas-pressure
and oil-filled cables)**

**Part 1:
Tests on cables and their accessories**

© IEC 1997 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
 SECTION 1 – GÉNÉRALITÉS 	
Articles	
1 Domaine d'application et références normatives.....	8
2 Définitions	10
 SECTION 2 – CONDITIONS D'ESSAI 	
3 Fréquence et forme d'onde des tensions d'essais alternatives.....	12
4 Forme d'onde des tensions d'essais de choc.....	12
5 Température ambiante.....	12
 SECTION 3 – CATÉGORIES ET FRÉQUENCE DES ESSAIS 	
6 Essais individuels	12
7 Essais spéciaux.....	14
8 Essais de type	14
9 Essais après pose	14
 SECTION 4 – ESSAIS INDIVIDUELS POUR LES CÂBLES 	
10 Résistance électrique des conducteurs	14
11 Essais diélectriques.....	16
12 Mesure du facteur de pertes diélectriques.....	18
 SECTION 5 – ESSAIS SPÉCIAUX POUR LES CÂBLES 	
13 Mesures d'épaisseurs	18
14 Essais mécaniques.....	14
15 Essai de migration (pour câble à imprégnation non migrante).....	22
16 Répétition des mesures	24
 SECTION 6 – ESSAIS DE TYPE POUR LES CÂBLES 	
17 Généralités.....	24
18 Mesure des pertes en fonction de la température.....	24
19 Essais diélectriques de sécurité.....	26
20 Essai de migration.....	28
21 Essais non électriques sur la gaine extérieure.....	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
SECTION 1 – GENERAL	
1 Scope and normative references.....	9
2 Definitions	11
SECTION 2 – TEST CONDITIONS	
3 Frequency and waveform of power-frequency test voltages	13
4 Waveform of impulse test voltages	13
5 Ambient temperature	13
SECTION 3 – CATEGORIES AND FREQUENCY OF TESTS	
6 Routine tests	13
7 Special tests.....	15
8 Type tests	15
9 Tests after installation	15
SECTION 4 – ROUTINE TEST FOR CABLES	
10 Electrical resistance of conductors.....	15
11 High-voltage tests.....	17
12 Power factor test	19
SECTION 5 – SPECIAL TESTS FOR CABLES	
13 Measurements of thicknesses.....	19
14 Mechanical tests.....	23
15 Drainage test (for non-draining cables)	23
16 Re-test procedure.....	25
SECTION 6 – TYPE TESTS FOR CABLES	
17 General.....	25
18 Power factor/temperature test.....	25
19 Dielectric security tests.....	27
20 Drainage test.....	29
21 Non-electrical tests on non-metallic oversheaths.....	29

Articles

Pages

SECTION 7 – ESSAIS DE TYPE POUR LES ACCESSOIRES

22	Généralités.....	28
23	Montage des accessoires à essayer.....	30
24	Conditions et étendue de l'approbation.....	32
25	Méthodes d'essais	32
26	Séquences d'essais	32
27	Résultats d'essais.....	34

SECTION 8 – ESSAIS DE TYPE POUR LES ACCESSOIRES

28	Essais diélectriques.....	34
----	---------------------------	----

Tableaux

1	Séquences d'essais	32
2	Séquences et prescriptions d'essais pour les extrémités	36
3	Séquences et prescriptions d'essais pour les jonctions ou dérivation	38
4	Résumé des tensions d'essai et des prescriptions.....	40

Figures

1	Montages d'essai et nombre d'échantillons pour les extrémités	42
2	Montages d'essai et nombre d'échantillons pour les jonctions ou dérivation	44
A.2	Dispositif d'essai.....	48

Annexes

A	Essai des raccords de connexion «hydrauliquement étanches» utilisés dans les jonctions mixtes entre câbles isolés au papier imprégné et câbles à isolant extrudé ..	46
B	Identification du câble d'essai	50

Clause	Page
SECTION 7 – TYPE TESTS FOR ACCESSORIES	
22 General	29
23 Assembly of accessories to be tested	31
24 Conditions and range of approval	33
25 Test methods	33
26 Test sequences	33
27 Test results	35
SECTION 8 – TESTS AFTER INSTALLATION	
28 High-voltage test	35
Tableaux	
1 Test sequences	33
2 Test sequences and requirements for terminations	37
3 Test sequences and requirements for straight or branch-joints	39
4 Summary of test voltages and requirements	41
Figures	
1 Test arrangements and number of samples for terminations	43
2 Test arrangements and number of samples for joints	45
A.1 Test set-up	49
Annexes	
A Test for “hydraulically blocked” connectors used in transition joints between paper-impregnated cables and cables with extruded insulation	47
B Identification of the test cable	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ISOLÉS AU PAPIER IMPRÉGNÉ SOUS GAINÉ MÉTALLIQUE POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES INFÉRIEURES OU ÉGALES À 18/30 kV (AVEC ÂMES CONDUCTRICES EN CUIVRE OU ALUMINIUM ET À L'EXCLUSION DES CÂBLES À PRESSION DE GAZ ET À HUILE FLUIDE)

Partie 1: Essais des câbles et de leurs accessoires

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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale 60055-1 a été établie par le sous-comité 20A: Câbles de haute tension, du comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 1978, et la modification 1 (1989), elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la quatrième édition, de la modification 1 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
20A/320/FDIS	20A/349/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PAPER-INSULATED METAL-SHEATHED CABLES FOR RATED VOLTAGES
UP TO 18/30 kV (WITH COPPER OR ALUMINIUM CONDUCTORS AND
EXCLUDING GAS-PRESSURE AND OIL-FILLED CABLES)****Part 1: Tests on cables and their accessories**

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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This International Standard 60055-1 has been prepared by subcommittee 20A: High-voltage cables, of IEC technical committee 20: Electric cables.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 1978 and amendment 1 (1989); it constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the fourth edition, amendment 1 and the following documents:

FDIS	Report on voting
20A/320/FDIS	20A/349/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

CÂBLES ISOLÉS AU PAPIER IMPRÉGNÉ SOUS GAINÉ MÉTALLIQUE POUR DES TENSIONS ASSIGNÉES INFÉRIEURES OU ÉGALES À 18/30 kV (AVEC ÂMES CONDUCTRICES EN CUIVRE OU ALUMINIUM ET À L'EXCLUSION DES CÂBLES À PRESSION DE GAZ ET À HUILE FLUIDE)

Partie 1: Essais des câbles et de leurs accessoires

SECTION 1 – GÉNÉRALITÉS

1 Domaine d'application et références normatives

La présente norme spécifie les essais pour câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique (à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide), de tensions assignées U_0/U comprises entre 0,6/1 kV et 18/30 kV. Elle comprend également les essais de type des accessoires de tensions assignées U_0/U de 3,6/6 kV à 18/30 kV.

La section 7 définit les prescriptions d'essai de type des accessoires de câbles d'énergie de tensions assignées de 3,6/6 (7,2) kV à 18/30 (36) kV, conformes aux sections 1 à 6 et à la partie 2 de la présente norme.

Les accessoires de câbles particuliers tels que les câbles sous-marins ne sont pas couverts.

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60055. 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 partie de la CEI 60055 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 60038, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050(461): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 461: Câbles électriques*
Amendement 1 (1993)

CEI 60055-2: 1981, *Câbles isolés au papier imprégné sous gaine métallique pour des tensions assignées inférieures ou égales à 18/30 kV (avec âmes conductrices en cuivre ou aluminium et à l'exclusion des câbles à pression de gaz et à huile fluide) – Deuxième partie: Généralités et exigences de construction*

CEI 60060-1: 1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-1: 1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Termes, définitions, principes et règles*

CEI 60183: 1984, *Guide au choix des câbles à haute tension*

CEI 60228: 1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 60230: 1966, *Essais de choc des câbles et de leurs accessoires*

PAPER-INSULATED METAL-SHEATHED CABLES FOR RATED VOLTAGES UP TO 18/30 kV (WITH COPPER OR ALUMINIUM CONDUCTORS AND EXCLUDING GAS-PRESSURE AND OIL-FILLED CABLES)

Part 1: Tests on cables and their accessories

SECTION 1 – GENERAL

1 Scope and normative references

This standard specifies tests for impregnated paper-insulated metal-sheathed cables (excluding gas-pressure and oil-filled cables), having rated voltages U_0/U from 0,6/1 kV to 18/30 kV. Type tests on accessories for cables with rated voltages U_0/U from 3,6/6 kV to 18/30 kV are included.

Section 7 specifies the test requirements for type testing of accessories for power cables with rated voltages from 3,6/6 (7,2) kV up to 18/30 (36) kV, complying with section 1 to section 6 and part 2 of this standard.

Accessories for particular cables, such as submarine cables, are not included.

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60055. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60055 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 60038: *IEC standard voltages*

IEC 60050(461): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 461: Electric cables*
Amendment 1 (1993)

IEC 60055-2: 1981, *Paper-insulated metal-sheathed cables for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminium conductors and excluding gas-pressure and oil-filled cables) – Part 2: General and construction requirements*

IEC 60060-1: 1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1: 1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Terms, definitions, principles and rules*

IEC 60183: 1984, *Guide to the selection of high-voltage cables*

IEC 60228: 1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60230: 1966, *Impulse tests on cables and their accessories*

CEI 60811-1-1: 1993, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 1: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

CEI 60986: 1989, *Guide aux limites de température de court-circuit des câbles électriques de tension assignée de 1,8/3 (3,6) kV à 18/30 (36) kV*

CEI 61442: 1997, *Câbles électriques – Méthodes d'essai des accessoires de câbles d'énergie de tensions assignées de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) à 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

2 Définitions

Les définitions suivantes ont été adoptées pour la présente norme:

2.1 tensions assignées:

- U_0 Tension assignée à fréquence industrielle entre conducteur et écran ou gaine métallique pour laquelle le câble est établi.
- U Tension assignée à fréquence industrielle entre conducteurs de phase pour laquelle le câble est établi.

2.2 tensions les plus élevées pour le matériel U_m :

Les tensions les plus élevées pour le matériel U_m sont indiquées dans le tableau suivant. Toutes les valeurs, sauf celle de 1,2 kV, proviennent des systèmes de la série I de la CEI 60038, tableau III, et de la CEI 60071-1, tableau I.

Tensions assignées des câbles U_0/U kV	Tensions les plus élevées pour le matériel U_m kV
0,6/1	(1,2)
1,8/3 et 3/3	3,6
3,6/6 et 6/6	7,2
6/10 et 8,7/10	12
8,7/15	17,15
12/20	24
18/30	36

2.3 durée des défauts à la terre:

- 1^{re} catégorie Durée de chaque défaut à la terre inférieure à 8 h, durée totale pour une année inférieure à 125 h.
- 2^e catégorie Toutes durées dépassant la première catégorie.

2.4 **valeur assignée:** Valeur prescrite, qui doit être garantie par le fabricant, et qui est toujours associée à des tolérances définies.

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

2.6 **valeurs mesurées:** Valeurs résultant de mesures ou d'essais exécutés selon des méthodes spécifiées.

IEC 60811-1-1: 1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60986: 1989, *Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage from 1,8/3 (3,6) kV to 18/30 (36) kV*

IEC 61442: 1997, *Electric cables – Test methods for accessories for power cables with rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)*

2 Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions have been adopted:

2.1 rated voltages:

- U_0 The rated power-frequency voltage between conductor and screen or metallic sheath for which the cable is designed.
- U The rated power-frequency voltage between phase conductors for which the cable is designed.

2.2 highest voltage for equipment U_m :

The highest voltages for equipment U_m are given in the following table. All but the value of 1,2 kV are taken from the Series I system of IEC 60038, table III, and IEC 60071-1, table I.

Rated voltages of cables U_0/U kV	Highest voltages for equipment U_m kV
0,6/1	(1,2)
1,8/3 and 3/3	3,6
3,6/6 and 6/6	7,2
6/10 and 8,7/10	12
8,7/15	17,15
12/20	24
18/30	36

2.3 earth fault duration:

Category 1 – Each earth fault up to 8 h, total duration per year up to 125 h.

Category 2 – All durations exceeding Category 1.

2.4 **rated values:** Values specified always in connection with a specified tolerance which have to be guaranteed by the manufacturer.

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

2.6 **measured values:** Values resulting from measurements or tests, carried out according to specified methods.

2.7 **raccord de connexion:** pièce métallique permettant de raccorder entre elles des âmes de câbles [VEI 461-17-03]

2.8 **extrémité:** dispositif monté à l'extrémité d'un câble pour assurer la liaison électrique avec d'autres parties d'un réseau et maintenir l'isolement jusqu'au point de connexion [VEI 461-10-01]

2.9 **extrémité intérieure:** extrémité destinée à être utilisée sans exposition au rayonnement solaire ou aux intempéries

2.10 **extrémité extérieure:** extrémité destinée à être utilisée avec exposition soit au rayonnement solaire, soit aux intempéries, soit aux deux

2.11 **boîte d'extrémité, coffret d'extrémité:** boîte remplie d'air ou de mélange, entourant complètement une extrémité [VEI 461-10-03 modifiée]

2.12 **jonction:** accessoire assurant le raccordement entre deux câbles pour former un circuit continu [VEI 461-11-01]

2.13 **dérivation:** accessoire assurant le raccordement d'un câble dérivé sur un câble principal [VEI 461-11-07 modifiée]

2.14 **accessoire mixte:** jonction ou dérivation assurant le raccordement entre des câbles isolés au papier et des câbles à isolant extrudé [VEI 461-11-04 modifiée]

SECTION 2 – CONDITIONS D'ESSAI

3 Fréquence et forme d'onde des tensions d'essais alternatives

La fréquence des tensions d'essais alternatives doit être comprise entre 49 Hz et 61 Hz. Leur forme d'onde doit être sensiblement sinusoïdale.

4 Forme d'onde des tensions d'essais de choc

La forme d'onde doit être conforme aux prescriptions de la CEI 60230.

5 Température ambiante

Sauf indication contraire pour un essai particulier, les essais doivent s'effectuer à une température ambiante comprise entre 5 °C et 35 °C.

SECTION 3 – CATÉGORIES ET FRÉQUENCE DES ESSAIS DE CÂBLES

6 Essais individuels

Les essais individuels (voir la section 4), effectués par le fabricant sur la totalité des longueurs de câbles terminés, sont destinés à vérifier le bon état de la fourniture. Par accord entre l'acheteur et le fabricant, il peut être prévu de renoncer à tout ou partie de ces essais.

2.7 **connector:** A metallic device to connect cable conductors together. [IEV 461-17-03]

2.8 **termination:** A device fitted to the end of a cable to ensure electrical connection with other parts of the system and to maintain the insulation up to the point of connection. [IEV 461-10-01]

2.9 **indoor termination:** A termination intended for use where it is not exposed to either solar radiation or weathering

2.10 **outdoor termination:** A termination intended for use where it is exposed to either solar radiation or weathering or both

2.11 **terminal box:** An air- or compound-filled box fully enclosing a termination. [IEV 461-10-03 modified]

2.12 **straight-joint:** An accessory making a connection between two cables to form a continuous circuit [IEV 461-11-01]

2.13 **branch-joint:** An accessory making a connection of a branch cable to a main cable. [IEV 461-11-07 modified]

2.14 **transition joint:** A straight or branch joint making a connection between paper-insulated cables and cables with extruded insulation [IEV 461-11-04 modified]

SECTION 2 – TEST CONDITIONS

3 Frequency and waveform of power-frequency test voltages

The frequency of alternating test voltages shall be not less than 49 Hz and not more than 61 Hz. The waveform of such voltages shall be substantially sinusoidal.

4 Waveform of impulse test voltages

The waveform shall be in accordance with IEC 60230.

5 Ambient temperature

The test shall be made at an ambient temperature between 5 °C and 35 °C, unless otherwise specified for the particular test.

SECTION 3 – CATEGORIES AND FREQUENCY OF TESTS FOR CABLES

6 Routine tests

Routine tests (see Section 4) are made by the manufacturer on all finished cable lengths, to demonstrate the integrity of the cable. By agreement between the purchaser and the manufacturer, the routine tests may be wholly or partly omitted on the delivery lengths.

7 Essais spéciaux

Si l'acheteur le demande lors de la commande, les essais particuliers précisés à la section 5 doivent être effectués par le constructeur sur un nombre convenu d'échantillons de câbles finis ou de composants prélevés sur des câbles finis, pour vérifier la conformité du produit fini avec la spécification correspondante.

Pour la mesure des dimensions, le nombre d'échantillons ne doit pas excéder 10 % du nombre de longueurs précisé dans le contrat.

Pour l'essai mécanique et l'essai de migration, le nombre d'échantillons ne doit pas être supérieur aux valeurs indiquées dans le tableau qui suit:

Longueur de câbles				Nombre d'échantillons pour câbles de tension U_0	
Câbles multipolaires		Câbles unipolaires			
Supérieure à km	Inférieure ou égale à km	Supérieure à km	Inférieure ou égale à km	<8,7 kV	≥8,7 kV
2	10	4	20	0	1
10	20	20	40	1	2
20	30	40	60	2	3
etc.		etc.		etc.	

8 Essais de type

Ces essais sont effectués par le fabricant, au cours de la période initiale de mise au point d'un nouveau type d'isolation ou de constitution de câble, en vue d'en déterminer les caractéristiques de service. Ces essais sont d'une nature telle qu'une fois qu'ils ont été exécutés, ils n'ont pas à être répétés, à moins qu'il n'ait été apporté, au matériau isolant ou à la constitution des câbles, des modifications de nature à changer leurs caractéristiques de service.

9 Essais après pose

Sont exécutés pour vérifier le bon état du câble et des accessoires après l'installation.

SECTION 4 – ESSAIS INDIVIDUELS POUR LES CÂBLES

10 Résistance électrique des conducteurs

a) Pour les câbles multipolaires, la mesure doit être faite sur tous les conducteurs de chaque longueur de câble choisie pour les essais individuels.

b) La longueur de câble complète ou l'échantillon prélevé sur elle sont placés dans le local d'essai, maintenu à température sensiblement constante, pendant au moins 12 h avant l'essai.

Si l'on doute que la température du conducteur soit égale à celle du local, on mesure la résistance après séjour de 24 h du câble dans le local d'essai. En variante, la résistance peut être mesurée sur un échantillon court du conducteur, conditionné pendant 1 h au moins dans un bain d'huile à température régulée à température constante.

7 Special tests

When requested by the purchaser at the time of ordering, the special tests detailed in Section 5 shall be made by the manufacturer on an agreed number of samples of completed cables or components taken from completed cables to verify that the finished product meets the design specification.

For measurement of dimensions, the number of samples shall not exceed 10 % of the number of lengths in the contract.

For the mechanical test and drainage test, the number of samples shall be not greater than shown in the following table:

Cable length				Number of samples for cables with voltage U_0	
Multicore cables		Single-core cables			
Above km	Up to and including km	Above km	Up to and including km	<8,7 kV	≥8,7 kV
2	10	4	20	0	1
10	20	20	40	1	2
20	30	40	60	2	3
and so on		and so on		and so on	

8 Type tests

Type tests are made by the manufacturer during the initial phase of developing a new grade of insulation or cable design, in order to establish performance characteristics. These tests are of such a nature that, after they have been made, they need not be repeated unless changes are made in either the insulating material or the cable design, thus altering the performance characteristics.

9 Tests after installation

Tests after installation are made to demonstrate the integrity of the cable and its accessories as installed.

SECTION 4 – ROUTINE TESTS FOR CABLES

10 Electrical resistance of conductors

a) For multicore cables, the measurement shall be made on all conductors of each cable length selected for the routine tests.

b) The complete cable length, or a sample therefrom, shall be placed 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 shall be measured on a short sample of conductor, conditioned for at least 1 h in a temperature-controlled oil bath at constant temperature.

La valeur mesurée sera ramenée à la résistance de 1 km de câble et à une température de 20 °C au moyen des formules appropriées et des coefficients indiqués à l'article 5 de la CEI 60228.

c) La résistance de chaque conducteur en courant continu à 20 °C doit être conforme aux tableaux I et II de la CEI 60228.

11 Essais diélectriques

11.1 Câbles à champ radial

Cet essai consiste à appliquer une tension à fréquence industrielle, durant 5 min, entre chaque conducteur et l'écran ou la gaine. La tension d'essai est la suivante:

- $2,5 U_0 + 2 \text{ kV}$ pour les câbles jusqu'à 3,6 kV/6 kV y compris, et
- $2,5 U_0$ pour les câbles de tension 6/10 kV et au-dessus.

La tension doit être élevée progressivement jusqu'à la valeur spécifiée. Il ne doit pas se produire de perforation de l'isolant.

Par accord entre l'acheteur et le fabricant, cet essai peut également être effectué avec une tension continue, de valeur 2,4 fois plus élevée que la tension alternative, et une durée de 5 min.

11.2 Câbles à champ non radial

L'essai peut être effectué, soit sous tension triphasée, soit sous forme d'essais monophasés successifs comme décrits ci-dessous. La tension est élevée progressivement jusqu'à la valeur spécifiée. Il ne doit pas se produire de perforation de l'isolant.

11.2.1 Essai triphasé (pour câbles tripolaires uniquement)

La tension est appliquée aux conducteurs à l'aide d'un transformateur triphasé, dont le neutre est raccordé à la gaine métallique du câble.

Les tensions d'essai entre phases sont:

- $2,5 U + 2 \text{ kV}$ pour câbles jusqu'à 6/6 kV; et
- $2,5 U$ pour les câbles de 6/10 kV et au-dessus.

La durée de l'essai est de 5 min.

Pour des câbles de tensions assignées de 3/3, 6/6 et 8,7/10 kV, un essai complémentaire doit être exécuté. Il consiste à appliquer une tension monophasée entre l'ensemble des conducteurs d'une part et la gaine métallique d'autre part. Pour cet essai, la tension sera la valeur spécifiée en 11.2.2 et sa durée d'application de 5 min.

11.2.2 Essai monophasé

Des essais monophasés successifs doivent être effectués de telle manière qu'il y ait, durant 5 min entre chaque conducteur et l'ensemble des autres raccordés à la gaine métallique, application d'une tension égale à:

$$\left(2,5 \times \frac{U_0 + U}{2} \right) + 2 \text{ kV} \text{ pour câbles jusqu'à 6/6 kV; et}$$

$$2,5 \times \frac{U_0 + U}{2} \text{ pour câbles de 6/10 kV et au-dessus.}$$

The measured value of resistance shall be corrected to a temperature of 20 °C and 1 km length by using the appropriate formulae and factors in IEC 60228, clause 5.

c) The d.c. resistance of each conductor at 20 °C shall comply with IEC 60228, tables I and II.

11 High-voltage tests

11.1 Radial-field cables

This test shall be made with a power-frequency test voltage applied for 5 min between each conductor and sheath or screen. The test voltage shall be:

- $2,5 U_0 + 2 \text{ kV}$ for cables rated up to 3,6/6 kV; and
- $2,5 U_0$ for cables rated 6/10 kV and above.

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

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the test may be made with direct current, the applied voltage being 2,4 times the power-frequency test voltage and the duration of the test 5 min.

11.2 Non-radial-field cables

This test may be made either as a three-phase test or as a series of single-phase tests as described below. The voltage shall be increased gradually to the specified value. No breakdown of the insulation shall occur.

11.2.1 Three-phase test (for three-core cables only)

The test voltage is applied by a three-phase transformer to the conductors, whilst the neutral point of the transformer is connected to the metallic sheath.

The test voltage between phases shall be:

- $2,5 U + 2 \text{ kV}$ for cables rated up to 6/6 kV, and
- $2,5 U$ for cables rated 6/10 kV and above.

The duration shall be 5 min.

For cables with rated voltage 3/3, 6/6 and 8,7/10 kV, an additional test shall be made, applying a single-phase voltage between the conductors connected together and the sheath. The test voltage for the additional test shall be the voltage specified in 11.2.2 and its duration 5 min.

11.2.2 Single-phase test

A series of single-phase tests shall be made in such a way that a test voltage equal to:

$$\left(2,5 \times \frac{U_0 + U}{2} \right) + 2 \text{ kV} \text{ for cables rated up to 6/6 kV; and}$$

$$2,5 \times \frac{U_0 + U}{2} \text{ for cables rated 6/10 kV and above,}$$

is applied for 5 min in turn between each conductor and the other conductors connected together and to the metallic sheath.

Par accord entre l'acheteur et le fabricant, cet essai peut également être effectué avec une tension continue, de valeur 2,4 fois plus élevée que la tension alternative, et une durée de 5 min pour chaque application.

12 Mesure du facteur de pertes diélectriques

La mesure du facteur de pertes n'est faite que sur les câbles à champ radial de tension assignée U_0 égale ou supérieure à 8,7 kV.

Sur les câbles à imprégnation non migrante, cette mesure doit être effectuée avant l'essai diélectrique de l'article 11.

La mesure du facteur de pertes est faite à la température ambiante dans les conditions ci-après. Si la température est inférieure à 20 °C, les résultats seront ramenés à 20 °C, soit en retirant de la valeur mesurée 2 % de celle-ci par degré Celsius de la différence entre la température d'essai et 20 °C, soit par l'emploi d'une courbe de correction appropriée à l'isolant, si cette courbe a fait l'objet d'un accord entre acheteur et fabricant. Aucune correction n'est faite si la température d'essai est égale ou supérieure à 20 °C.

Les mesures sont faites sous une tension de 0,5 U_0 , 1,25 U_0 et 2,0 U_0 entre chaque conducteur et l'écran ou la gaine métallique.

La valeur du facteur de pertes diélectriques, pour la tension 0,5 U_0 , ne doit pas dépasser 0,006.

L'augmentation maximale admissible du facteur de pertes avec la tension est la suivante:

	Câbles à champ radial			
	Imprégnation à masse		Imprégnation non migrante	
	$U \leq 15$ kV	$U > 15$ kV	$U \leq 15$ kV	$U > 15$ kV
Entre 0,5 et 1,25 fois U_0	0,0010	0,0008	0,0050	0,0040
Entre 1,25 et 2,0 fois U_0	0,0025	0,0016	0,0100	0,0080

SECTION 5 – ESSAIS SPÉCIAUX POUR LES CÂBLES

13 Mesures d'épaisseurs

13.1 Mesure de l'épaisseur d'isolant

L'épaisseur d'isolant est déterminée sur un spécimen prélevé à une extrémité de chacune des longueurs choisies comme indiqué à l'article 7. Il est possible d'employer l'une ou l'autre des méthodes ci-dessous, mais en cas de contestation sur des câbles au-dessous de 18/30 kV, la méthode du micromètre à cadran sera considérée comme méthode de référence. L'épaisseur mesurée ne doit pas être inférieure à la valeur minimale spécifiée.

13.1.1 Méthode du ruban à métrer

Le spécimen est désassemblé jusqu'à ce que les conducteurs soient dépouillés de leurs rubans d'écran sur isolation. Le diamètre sur isolant dans cet état est mesuré au moyen d'un ruban à métrer à 50 mm et 100 mm de l'extrémité de chaque conducteur.

La précision et les graduations du ruban à métrer doivent permettre de mesurer une différence de diamètre de 0,5 mm.

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the test may be made with direct current, the applied voltage being equal to 2,4 times the alternating test voltage and the duration of each application being 5 min.

12 Power factor test

The power factor test shall only be made on radial-field cables having a rated voltage U_0 equal to or greater than 8,7 kV.

For non-draining cables, this test shall be made before the high-voltage test specified in clause 11.

The power factor of the insulation shall be measured at ambient temperature, as described below. If the measurements are made at a temperature below 20 °C, the results shall be corrected to 20 °C, either by subtracting from the measured value 2 % of this value per degree Celsius of the difference between the test temperature and 20 °C, or by the use of a correction curve appropriate to the insulant, if agreement on such a curve has been reached between the purchaser and the manufacturer. No correction shall be made if the test temperature is 20 °C or greater.

The test shall be made at 0,5 U_0 , 1,25 U_0 and 2,0 U_0 between each conductor and screen or metallic sheath.

The value of power factor of dielectric loss, at 0,5 U_0 shall not exceed 0,006.

The maximum permissible rise of power factor with voltage is as follows:

	Radial-field cables			
	Mass-impregnated		Non-draining cables	
	$U \leq 15$ kV	$U > 15$ kV	$U \leq 15$ kV	$U > 15$ kV
Between 0,5 and 1,25 times the rated voltage U_0	0,0010	0,0008	0,0050	0,0040
Between 1,25 and 2,0 times the rated voltage U_0	0,0025	0,0016	0,0100	0,0080

SECTION 5 – SPECIAL TESTS FOR CABLES

13 Measurements of thicknesses

13.1 Measurement of thickness of insulation

The thickness of the insulation shall be determined on a sample taken from one end of each of the finished cable lengths selected as described in clause 7. Either of the following methods may be used, but in case of dispute for cables below 18/30 kV, the deadweight micrometer method shall be used. The thickness shall not fall below the minimum value specified.

13.1.1 Diameter tape method

The samples shall be dismantled until the cores are available with dielectric screening tapes removed. The diameters of the cores, in this state, shall be measured by means of a diameter measuring tape at 50 mm and 100 mm from the end of each piece of core.

The accuracy and the scale division of the measuring tape shall be such that it will be possible to measure a diameter difference of 0,5 mm.

L'isolant doit alors être dépouillé pour mettre à nu les écrans sur les âmes conductrices, s'il y a des écrans, ou les âmes conductrices, s'il n'y a pas d'écrans, et les diamètres sur ces écrans ou sur les âmes, selon le cas, doivent être mesurés à l'aide du ruban à métrer. L'épaisseur d'isolant en chaque emplacement de mesure est calculée comme la demi-différence des deux diamètres mesurés à cet emplacement.

13.1.2 *Méthode du micromètre à cadran*

L'ensemble des papiers isolants est retiré de l'échantillon du conducteur et maintenu en liasse sans enlèvement d'imprégnant, puis mesuré en épaisseur totale à l'aide d'un micromètre à cadran ayant les caractéristiques ci-après. Si c'est nécessaire pour la mesure, on peut séparer l'isolation en plusieurs parties.

Le micromètre doit avoir une précision d'au moins $\pm 0,006$ mm.

Le diamètre de la touche de pression doit être compris entre 6 mm et 8 mm. La pression appliquée doit être $350 \text{ kN/m}^2 \pm 5 \%$. Les faces en regard doivent être planes concentriques et parallèles à moins de 0,003 mm dans la plage de déplacement.

13.2 *Mesure d'épaisseur de la gaine de plomb*

L'épaisseur de la gaine de plomb est déterminée par l'une des deux méthodes suivantes, au choix du fabricant et l'épaisseur ne doit pas être inférieure à la valeur minimum spécifiée.

13.2.1 *Méthode «à plat»*

La mesure est faite sur un échantillon de gaine de 50 mm de longueur environ, retiré d'une longueur de câble terminée choisie comme indiqué à l'article 7.

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 de précision $\pm 0,01$ mm.

13.2.2 *Méthode de l'anneau*

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

13.3 *Mesure d'épaisseur des gaines non métalliques*

L'épaisseur des gaines non métalliques est mesurée conformément à 8.2 de la CEI 60811-1-1.

13.4 *Mesure d'épaisseur des feuillards d'acier*

La mesure est faite à mi-largeur sur les feuillards jusqu'à 40 mm de large, à 20 mm de chaque bord sur les feuillards de largeur supérieure.

13.5 *Mesure du diamètre des fils d'acier ronds, et de l'épaisseur des fils d'acier méplats*

Le diamètre des fils d'acier ronds et l'épaisseur des fils d'acier méplats sont mesurés à l'aide d'un micromètre.

The insulation shall then be removed to reveal the conductor screens if present, or the conductors if there are no conductor screens, and the diameters over the conductor screens or the conductors, as appropriate, shall be measured with the diameter measuring tape. The insulation thickness at each point of measurement shall be calculated by halving the difference of the two diameters measured at that position.

13.1.2 *Deadweight micrometer method*

The individual insulating paper tapes removed from the sample shall be bunched together without removal of surplus compound and then measured to their total thickness by a deadweight (dial) micrometer having the characteristics given below. If necessary, the insulation may be separated into a few groups to obtain a satisfactory measurement.

The micrometer shall have an accuracy of not less than $\pm 0,006$ mm.

The pressure foot shall have a diameter of not less than 6 mm and not more than 8 mm. The pressure applied shall be $350 \text{ kN/m}^2 \pm 5 \%$. The faces shall be flat, concentric and parallel to within 0,003 mm over the range of travel.

13.2 *Measurement of thickness of lead sheath*

The thickness of the lead sheath shall be determined by one of the following methods, at the discretion of the manufacturer, and shall not fall below the minimum value specified.

13.2.1 *Strip method*

The thickness of the lead sheath shall be determined on a test piece of sheath, about 50 mm in length, removed from the finished cable length selected as described in clause 7.

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 measurements shall be made by a micrometer with plane faces of 4 mm to 8 mm diameter and an accuracy of $\pm 0,01$ mm.

13.2.2 *Ring method*

The measurements shall be taken on a ring carefully cut from the sample. The thickness of the sheath shall be determined at a sufficient number of points around the circumference of the ring sample 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.

13.3 *Measurement of thickness of non-metallic sheath*

The thickness of the non-metallic sheath shall be measured as described in 8.2 of IEC 60811-1-1.

13.4 *Measurement of thickness of steel tapes*

In the case of tapes up to 40 mm in width, the measurement shall be made at the centre. In the case of wider tapes, the measurement shall be made 20 mm from each edge of the tape.

13.5 *Measurement of diameters of round steel wires and of thicknesses of flat steel wires*

The diameters of round steel wires and the thicknesses of flat steel wires shall be measured by means of a micrometer.

14 Essais mécaniques

14.1 Essai de pliage

L'essai de pliage, sauf accord particulier entre l'acheteur et le fabricant, est effectué à une température comprise entre 10 °C et 25 °C, sur un tronçon de câble de longueur suffisante pour former au moins un tour complet autour du cylindre d'essai.

Le diamètre du cylindre est le suivant:

Tensions assignées U_0/U kV		Jusqu'à et y compris 8,7/10	8,7/15 – 12/20	18/30
Diamètre de pliage (tolérance +5 %)	Câbles unipolaires	18 ($D + d$)	21 ($D + d$)	25 ($D + d$)
	Câbles multipolaires	15 ($D + d$)	18 ($D + d$)	21 ($D + d$)
	Câbles triplombs	15 (2,15 $D + d$)	15 (2,15 $D + d$)	18 (2,15 $D + d$)
D = diamètre mesuré sur gaine de plomb. d = diamètre mesuré sur le (plus gros) conducteur (sur conducteurs non circulaires, $d = 1/3,14$ fois le périmètre mesuré)				

Le tronçon de câble est enroulé autour du cylindre d'essai à vitesse constante jusqu'à former un tour complet. Il est alors déroulé et l'opération recommencée dans la direction opposée. Ce cycle d'opérations est effectué trois fois.

14.2 Essai diélectrique

Après achèvement des opérations ci-dessus, le tronçon de câble doit supporter pendant 5 min une tension d'essai alternative, appliquée comme prévu à l'article 11 avec les valeurs suivantes:

- pour le câble de tension assignée U_0 dépassant 3,6 kV, la tension prescrite à l'article 11 multipliée par 1,6;
- pour les câbles de tension assignée inférieure ou égale à 3,6 kV, la tension prescrite à l'article 11.

Par accord entre l'acheteur et le fabricant, cet essai peut également être effectué avec une tension continue de valeur égale à celle de la tension alternative multipliée par 2,4, et d'une durée de 5 min.

NOTE – Il est recommandé de respecter en cours d'installation des câbles des rayons de courbure au moins égaux au diamètre de l'essai de pliage spécifié. Si les câbles doivent être tirés en fourreaux dans des conditions difficiles, ou si la température en cours de pose peut être assez basse pour rendre fragile l'isolant des câbles, des essais mécaniques peuvent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

14.3 Examen de la gaine, de l'armure et de revêtements de protection

Après l'essai diélectrique du 14.2, un échantillon de 300 mm est prélevé dans la partie centrale du tronçon de câble, puis dépouillé et examiné. Le revêtement ou la gaine extérieure doit être exempt de fissures, l'armure ne doit pas être sensiblement déplacée, la gaine de plomb ou d'alliage de plomb ne doit comporter ni fissure ni déchirure.

15 Essai de migration (pour câble à imprégnation non migrante)

Un échantillon de câble, de longueur comprise entre 290 mm et 300 mm, comportant sa gaine métallique, est coupé sur la longueur choisie.

14 Mechanical tests

14.1 Bending test

The bending test shall be made at a temperature between 10 °C and 25 °C, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, on a sample of cable of sufficient length to provide at least one complete turn around the test cylinder.

The diameter of the test cylinder shall be as follows:

Rated voltages U_0/U kV		Up to and including 8,7/10	8,7/15 – 12/20	18/30
Bending diameters (with +5 % tolerance)	Single-core cables	18 ($D + d$)	21 ($D + d$)	25 ($D + d$)
	Multicore cables	15 ($D + d$)	18 ($D + d$)	21 ($D + d$)
	Three-core with a lead sheath on each core	15 (2,15 $D + d$)	15 (2,15 $D + d$)	18 (2,15 $D + d$)
D = measured diameter on the lead sheath d = measured diameter on the (largest) conductor (for non-circular conductors, $d = 1/3,14$ times the measured perimeter)				

The sample of cable shall be bent around the test cylinder at a uniform speed to make one complete turn. It shall then be unwound and the process shall be repeated in the opposite direction. This cycle of operations shall be performed three times.

14.2 Electrical test

After the above cycle of operations has been completed, the sample of cable shall withstand for 5 min an alternating test voltage, applied as described in clause 11, with the following values:

- for cables with rated voltage U_0 greater than 3,6 kV, 1,6 times the test voltage prescribed in clause 11;
- for cables with rated voltage U_0 up to and including 3,6 kV, the test voltage prescribed in clause 11.

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the test may be made with direct current, the applied voltage being equal to 2,4 times the alternating test voltage and the duration of each application being 5 min.

NOTE – It is recommended that the minimum bending radius during installation should be not less than the bending diameter specified for the test. Where the cable is to be drawn into ducts under difficult conditions, or where the temperature may be so low as to make the insulation brittle, special mechanical tests may be included after agreement between manufacturer and user.

14.3 Examination of sheath, armour and protective coverings

After the voltage test of 14.2, a specimen 300 mm in length taken from the middle of the sample which has been tested, shall be stripped and examined. The serving or oversheath shall be free from splits, the armour shall not be noticeably displayed and the lead or lead alloy sheath shall be free from splits and cracks.

15 Drainage test (for non-draining cables)

A sample having a length between 290 mm and 300 mm shall be cut from a selected drum in its sheathed state.

Cet échantillon non scellé est suspendu verticalement dans une étuve à une température égale à la température maximale admissible en service permanent, avec une tolérance de ± 2 °C.

Après une période de 8 h, la quantité d'imprégnant qui s'est écoulée est mesurée; son volume ne doit pas dépasser 2 % du volume compris à l'intérieur de la gaine de l'échantillon pour les câbles à un conducteur et les câbles triplombs et 3 % pour les câbles multiconducteurs.

16 Répétition des mesures

Si l'une quelconque des mesures prévues dans cette section n'est pas conforme, deux nouveaux échantillons doivent être prélevés sur le même lot de câbles et soumis à la mesure ou aux mesures défectueuses. Si les deux contre-essais sont satisfaisants, l'ensemble des câbles du lot doit être considéré conforme aux prescriptions de cette norme. Si l'un ou l'autre des contre-essais est à nouveau défectueux, le lot de câbles doit être considéré comme non conforme. Le prélèvement et la mesure de nouveaux échantillons sont alors matière à négociation.

SECTION 6 – ESSAIS DE TYPE POUR LES CÂBLES

17 Généralités

Les essais suivants sont des essais de type:

- a) essai pertes/température (article 18);
- b) essai diélectrique en alternatif (19.1);
- c) essai de choc (19.2);
- d) essai de migration pour câbles non migrants seulement (article 20);
- e) essai non électrique des gaines extérieures non métalliques (article 21).

Le fabricant peut choisir d'effectuer sur un même tronçon de câble plusieurs des essais a), b) et c). Cependant, si un défaut se produit au cours d'un essai autre que le premier, cet essai devra être répété sur un nouveau tronçon du même câble, le résultat de ce nouvel essai étant seul pris en considération pour le jugement final des résultats.

Dans les câbles tripolaires, un seul conducteur doit être soumis aux essais a), b) et c).

18 Mesure des pertes en fonction de la température

Cet essai n'est applicable qu'aux câbles à champ radial de tension assignée U_0 égale ou supérieure à 8,7 kV. La longueur du tronçon d'essai sous gaine métallique doit être de 4 m au moins. Le facteur de pertes de l'isolant est mesuré sous la tension U_0 à quatre températures au moins, par exemple:

- a) à température ambiante;
- b) à environ 40 °C;
- c) à environ 60 °C;
- d) à 10 °C au-dessus de la température de service spécifiée.

Des précautions doivent être prises pour garantir une température uniforme dans le câble, longitudinalement et radialement.

The sample shall be left unsealed at both ends and suspended vertically in a heated chamber at a temperature equal to the maximum permissible continuous operating temperature with a tolerance of ± 2 °C.

At the end of an 8 h period, the amount of compound which has drained shall be measured and shall not exceed 2 % of the volume of the interior of the sheath of the test sample for single-core cables and SL-type cables and 3 % for multicore cables.

16 Re-test procedure

Should any sample fail in any of the tests in this section, two further samples shall be taken from the same batch and subjected to the test or tests in which the original sample failed. Should both additional test samples pass the tests, all the cables or accessories in the batch from which they were taken shall be regarded as complying with the requirements of this standard. Should either of them fail, the batch of which these samples were representative shall be regarded as failing to comply. Further re-sampling and testing should then be a matter for negotiation.

SECTION 6 – TYPE TESTS FOR CABLES

17 General

The following tests are type tests:

- a) power factor/temperature test (clause 18);
- b) a.c. high-voltage test (19.1);
- c) impulse voltage test (19.2);
- d) drainage test (clause 20) for non-draining cables only;
- e) non-electrical test on non-metallic oversheaths (clause 21).

The manufacturer may, at his discretion, carry out more than one of the type tests a), b), c) on the same piece of cable. However, if on a subsequent test the requirements are not fulfilled, this test shall be repeated on a new sample of the same cable and the results of the latter test only shall be valid for the ultimate assessment of the results.

In the case of the three-core cables, the type tests a), b), c) shall be carried out on one core only.

18 Power factor/temperature test

This test shall be applied only to radial-field cables having a rated voltage U_0 equal to or greater than 8,7 kV. The length under the metallic sheath of the piece of cable tested shall be not less than 4 m. The power factor of the insulation shall be determined at the rated voltage U_0 of the cable at not less than four temperatures, for example:

- a) room temperature;
- b) 40 °C approximately;
- c) 60 °C approximately;
- d) 10 °C above the rated operating temperature.

Precautions shall be taken to ensure that the temperature is uniform, longitudinally and radially, throughout the cable.

Le facteur de pertes mesuré sur le câble, déduction faite des extrémités, ne devra pas dépasser les valeurs appropriées ci-dessous:

Température du tronçon °C	Facteur de pertes maximal
20 à 60	0,0060
70	0,0130
75	0,0160
80	0,0190
85	0,0230

Pour des températures intermédiaires entre celles du tableau, les valeurs du facteur de pertes seront obtenues par interpolation linéaire.

19 Essais diélectriques de sécurité

Les essais diélectriques de sécurité ne sont applicables qu'aux câbles à champ radial de tension assignée U_0 égale ou supérieure à 8,7 kV. Les deux essais suivants de 19.1 et 19.2 doivent être effectués.

19.1 Essai en tension alternative

Un tronçon de câble de 5 m au moins, à la température ambiante, doit supporter sans défaillance pendant 4 h une tension alternative, appliquée entre l'un des conducteurs et les autres conducteurs réunis à la gaine, égale à $4 U_0$ pour les câbles à imprégnation à masse, et à $3 U_0$ pour les câbles à imprégnation non migrante.

La tension doit être appliquée de façon continue, mais s'il se produit des interruptions pendant la période de 4 h, cette période doit être augmentée de la durée des interruptions. Le total de ces interruptions ne doit pas dépasser 1 h; dans le cas contraire, l'essai doit être recommandé.

19.2 Essai de choc

L'essai de choc se compose de trois essais qui doivent être exécutés dans cet ordre: pliage, essai de choc, essai diélectrique en alternatif.

Le tronçon d'essai aura la longueur imposée par l'exécution de l'essai de pliage et au minimum 5 m entre les extrémités.

19.2.1 Essai de pliage

L'échantillon doit être soumis aux opérations de pliage prévues en 14.1.

19.2.2 Essai de choc

L'essai de choc est effectué avec la méthode décrite dans la CEI 60230. La température d'essai est la température maximale admissible en service permanent avec une tolérance de ± 5 °C.

Les tensions d'essais, issues de la CEI 60183, sont les suivantes:

Tension assignée U_0 kV	Tension de l'essai de choc U_p kV
8,7	95
12	125
18	170

The measured power factor of the cable, excluding the terminations, shall be not greater than the appropriate value given below:

Temperature of sample °C	Maximum power factor
20 to 60	0,0060
70	0,0130
75	0,0160
80	0,0190
85	0,0230

Values of power factor for temperatures between those listed shall be obtained by linear interpolation.

19 Dielectric security tests

The dielectric security tests are applicable only to radial-field cables having a rated voltage U_0 of 8,7 kV and above. Both the following tests in 19.1 and 19.2 shall be carried out.

19.1 AC test

A sample of cable not less than 5 m in length, at ambient temperature, shall withstand for 4 h without failure, an alternating voltage, applied between one conductor and the other conductors connected to the sheath, equal to 4 U_0 for mass-impregnated cables and 3 U_0 for non-draining cables.

The voltage shall be applied continuously, but, if there are any unavoidable interruptions during the 4 h period, that period shall be increased by the time of the interruptions. The total of such interruptions shall not exceed 1 h; otherwise the test shall be started again.

19.2 Impulse voltage test

The impulse voltage test shall consist of three tests which shall be carried out in the following sequence: bending test, impulse test, a.c. voltage test.

The length of the sample shall be as required by the bending test, but at least 5 m outside the sealing ends.

19.2.1 Bending test

The sample shall be subjected to the bending operations specified in 14.1.

19.2.2 Impulse voltage test

The impulse voltage test shall be carried out by the method described in IEC 60230. The test temperature shall be the maximum permissible continuous operating temperature, with a tolerance of +5 °C.

The impulse test voltages shall be those given in IEC 60183, as follows:

Rated voltage U_0 kV	Tension de l'essai de choc U_p kV
8,7	95
12	125
18	170

19.2.3 Essai diélectrique en tension alternative à la température ambiante

La méthode et la tension d'essai sont prescrites en 11.1.

20 Essai de migration

Un échantillon d'essai d'au moins 1 m de longueur est découpé dans le câble muni de sa gaine métallique. Cet échantillon d'essai est scellé à ses deux extrémités, sans application de chaleur, et en ménageant à l'une des extrémités un espace permettant de recueillir toute matière qui pourrait s'écouler du câble au cours de l'essai.

L'échantillon est suspendu verticalement, avec l'espace pour le rassemblement de matière à la partie inférieure, pendant 7 jours, dans une étuve chauffée à une température égale à la température maximale admissible en service permanent pour les conducteurs, avec une tolérance de ± 2 °C.

A la fin de la durée d'essai, la quantité d'imprégnant qui s'est écoulée dans l'espace prévu à cet effet ne doit pas dépasser 3 % du volume compris à l'intérieur de la gaine métallique de l'échantillon.

Si le résultat n'est pas satisfaisant, on coupera deux autres échantillons sur des longueurs de câble choisies dans le même lot, et on les soumettra au même essai. Ces deux échantillons devront être satisfaits pour que le lot soit réputé satisfaire la prescription du présent article.

21 Essais non électriques sur la gaine extérieure

Les essais non électriques sont prescrits par la CEI 60811 le cas échéant.

SECTION 7 – ESSAIS DE TYPE POUR LES ACCESSOIRES

22 Généralités

L'approbation correspondant à la présente norme est obtenue en effectuant les essais spécifiques indiqués en 24.1. Ces essais de type ne s'appliquent qu'aux nouvelles conceptions d'accessoires. En accord avec l'acheteur, les essais de type peuvent être omis si le fabricant démontre que l'expérience en service des accessoires se révèle satisfaisante.

Il n'est pas nécessaire de répéter ces essais lorsqu'ils ont été effectués avec succès, sauf si des changements interviennent dans les matériaux, la constitution ou le procédé de fabrication, susceptibles d'affecter les caractéristiques de fonctionnement.

Les méthodes d'essais figurent dans la CEI 61442.

22.1 Types d'accessoires

Les accessoires visés par la présente norme sont indiqués ci-dessous:

- extrémités intérieures et extérieures de toutes conceptions, boîtes et coffrets d'extrémité inclus;
- jonctions et dérivations de toutes conceptions, utilisables dans le sol ou dans l'air;
- jonctions ou dérivations mixtes assurant le raccordement de câbles isolés au papier à des câbles à isolant extrudé.

19.2.3 AC voltage test at room temperature

The method of test and test voltages shall be those specified in 11.1.

20 Drainage test

A sample not less than 1 m long shall be cut from a cable in its sheathed state. The sample shall be sealed at both ends, without the application of heat, space being left at one end for the collection of any compound which may drain out of the cable during the test.

The sample shall be suspended vertically with the drainage space at the lower end in a heated chamber, for 7 days, at a temperature equal to the maximum permissible continuous operating temperature of the conductor, with a tolerance of ± 2 °C.

At the end of this period, the amount of compound which has drained into the space provided shall be measured and shall not exceed 3 % of the volume of the interior of the sheath of the sample.

If the sample fails to pass the test, two more samples shall be cut from selected lengths of cable forming part of the consignment. The test shall be repeated on these two samples. Only if both pass, shall the consignment be deemed to comply with the requirements of this clause.

21 Non-electrical tests on non-metallic oversheaths

The non-electrical test shall be those specified in IEC 60811 where appropriate.

SECTION 7 – TYPE TESTS FOR ACCESSORIES

22 General

Approval to this standard shall be obtained by carrying out the appropriate tests as mentioned under 24.1. These type tests shall apply only to new designs of accessories. By agreement with the purchaser, accessories which the manufacturer can demonstrate to have provided satisfactory service experience do not need to be type tested.

It is not necessary to repeat these tests, once successfully completed, unless changes are made in the materials, design or manufacturing process which might affect the performance characteristics.

Test methods are included in IEC 61442.

22.1 Types of accessory

The accessories covered by this standard are listed below:

- indoor and outdoor terminations of all designs, including terminal boxes;
- straight-joints and branch-joints of all designs, suitable for use underground or in air;
- transition joints connecting paper-insulated cables to cables with extruded insulation.

22.2 Tensions assignées

Les tensions assignées U_0/U (U_m) des accessoires concernés par la présente norme sont indiquées en 2.2.

NOTE – Les accessoires de câbles de tension assignée inférieure ou égale à 1,8/3 (3,6) kV ne sont pas couverts.

Pour une application donnée, la tension assignée d'un accessoire doit être compatible avec celle du câble et être adaptée aux conditions d'exploitation du réseau dans lequel ils sont utilisés, conformément aux recommandations de la CEI 60183.

22.3 Températures maximales de l'âme

Les accessoires doivent être appropriés à l'emploi sur des câbles dont les températures de l'âme sont spécifiées en 1.2 de la CEI 60055-2 en service normal, et dans la CEI 60986 en cas de court-circuit.

23 Montage des accessoires à essayer

23.1 Les câbles utilisés pour les essais doivent être conformes aux sections un à six et à la partie 2 de la présente norme. Il est recommandé que les câbles soient correctement identifiés comme indiqué en B.1 pour les câbles isolés au papier et en B.1 et en B.2 pour ce qui concerne les accessoires mixtes.

23.2 Les raccords de connexion utilisés dans les accessoires doivent être correctement identifiés en ce qui concerne:

- la technique de montage;
- les opérations d'ajustement indispensables et les matériels correspondants;
- la préparation des surfaces de contact;
- le type, numéro de référence et toute autre caractérisation du raccord de connexion;
- les détails concernant l'approbation de type.

Les raccords de connexion utilisés dans les accessoires mixtes doivent être étanches au plan hydraulique dans toutes les conditions de service. Ces raccords de connexion doivent être essayés comme indiqué en annexe A, à l'exception des raccords étanches par définition, c'est-à-dire usinés à partir de barres pleines sans orifice de communication.

23.3 Les accessoires à essayer doivent être correctement identifiés en ce qui concerne:

- le nom du fabricant;
- les type, désignation, date de fabrication ou code;
- les sections minimale et maximale, la nature du métal et la forme de l'âme du câble;
- les diamètres minimal et maximal sur l'enveloppe isolante du câble;
- la tension assignée (voir 2.2 et article 22);
- les instructions de montage (référence et date).

23.4 Les accessoires doivent être montés conformément aux instructions du fabricant avec les qualités et les quantités de matériaux compris dans la fourniture, lubrifiants éventuels inclus.

23.5 Les accessoires doivent être secs et propres, mais ni les câbles ni les accessoires ne doivent être soumis à un conditionnement susceptible de modifier les caractéristiques électriques, thermiques ou mécaniques des montages d'essai.

23.6 Les principaux détails concernant le montage d'essai, et notamment les dispositifs supports, doivent être consignés.

22.2 Rated voltages

The rated voltages U_0/U (U_m) of accessories considered in this standard are given in 2.2.

NOTE – Accessories for cables rated up to and including 1,8/3 (3,6) kV are not covered.

For a given application, the rated voltage of an accessory shall be consistent with that of the cable, and shall be suitable for the operating condition of the system in which they are used, in accordance with the recommendations of IEC 60183.

22.3 Maximum conductor temperatures

The accessories shall be suitable for use on cables having the conductor temperatures specified in 1.2 of IEC 60055-2 for normal operation, and in IEC 60986 for short-circuit.

23 Assembly of accessories to be tested

23.1 Cables used for testing shall comply with sections one to six and part 2 of this standard. It is recommended that cables be correctly identified as in B.1 for paper-insulated cables, and B.1 and B.2 for the purpose of transition joints.

23.2 Connectors used within the accessories shall be correctly identified with respect to:

- assembly technique;
- tooling and necessary setting;
- preparation of contact surfaces;
- type, reference number and any other identification of the connector;
- details of the type test approval.

Connectors used in transition joints shall be hydraulically blocked under all conditions of operation. Such connectors shall be tested in accordance with annex A, with the exception of connectors inherently hydraulically blocked, i.e. machined from solid bar without through drilling.

23.3 Accessories to be tested shall be correctly identified with respect to:

- name of manufacturer;
- type, designation, manufacturing date or code;
- minimum and maximum cable cross-sections, material and shape of cable conductor;
- minimum and maximum cable insulation diameters;
- rated voltage (see 2.2 and clause 22);
- installation instructions (reference and date).

23.4 Accessories shall be assembled in the manner specified by the manufacturer's instructions, with the grade and quantity of materials supplied, including lubricants if any.

23.5 Accessories shall be dry and clean, but neither the cables nor the accessories shall be subjected to any form of conditioning which might modify the electrical or thermal or mechanical performance of the test assemblies.

23.6 The main details regarding test mounting, especially supporting devices shall be recorded.

24 Conditions et étendue de l'approbation

24.1 Pour un type d'accessoire, l'approbation de l'ensemble de la gamme des sections indiquées dans la CEI 60055-2 doit être obtenue en effectuant avec succès les essais de type de la présente norme énumérés dans les tableaux 2 et 3, sur une section de câble de 120 mm², 150 mm², 185 mm² ou 240 mm².

24.2 L'approbation est indépendante de la nature de l'âme du câble: les essais peuvent donc être effectués sur des câbles comportant des âmes en aluminium ou en cuivre.

24.3 Les essais entrepris sur des accessoires montés sur câbles ayant des âmes sectoriales sont considérés comme valables pour le même type d'accessoire monté sur des câbles dont les âmes sont circulaires, mais l'inverse ne s'applique pas.

24.4 Les essais effectués sur des accessoires tripolaires sont considérés comme valables pour des accessoires unipolaires de même conception. L'inverse ne s'applique pas.

24.5 L'approbation est limitée au fonctionnement électrique et au type de câble (c'est-à-dire à ceinture ou à champ radial, à matière migrante ou non migrante) sur lequel les essais ont été réalisés.

24.6 Tout accessoire essayé pour une tension assignée donnée est considéré comme étant approuvé pour les tensions assignées plus faibles à condition que les critères de conception soient les mêmes.

24.7 Les montages d'essai et le nombre d'échantillons correspondants sont indiqués aux figures 1 et 2.

25 Méthodes d'essais

Les différentes méthodes d'essais sont décrites dans la CEI 61442.

26 Séquences d'essais

Les essais applicables aux accessoires doivent être effectués conformément aux séquences figurant dans les tableaux et les figures suivants:

Tableau 1 – Séquences d'essais

Accessoires	Tableaux	Figures
Extrémités	2	1
Jonctions ou dérivations	3	2

Les essais sur les extrémités et les jonctions ou dérivations peuvent être combinés à condition que les séquences et les prescriptions soient les mêmes.

Les tensions d'essai et les prescriptions sont résumées au tableau 4.

24 Conditions and range of approval

24.1 For one type of accessory, approval of the full range of cross-sections given in IEC 60055-2 shall be obtained by successfully completing the type tests of this standard as listed in tables 2 and 3, on a cable cross-section of either 120 mm², 150 mm², 185 mm² or 240 mm².

24.2 Approval is independent of the cable conductor material: tests may therefore be carried out using cables with either aluminium or copper conductors.

24.3 Tests performed on accessories installed on cables having shaped conductors shall be deemed to cover the same type of accessory when used on cables having circular conductors. The converse will not apply.

24.4 Tests performed on three-core accessories shall be deemed to cover single-core accessories of the same design. The converse will not apply.

24.5 Approval is restricted to the electrical design and type of the cables (i.e. belted or radial field, draining or non-draining) on which tests have been conducted.

24.6 Any accessory tested for a given rated voltage is considered to be approved for lower rated voltages provided the same design criteria are used.

24.7 Test arrangements and number of test samples are detailed in figures 1 and 2.

25 Test methods

All test methods are described in IEC 61442.

26 Test sequences

The tests applicable to accessories shall be carried out in the sequences listed in the following tables and figures.

Table 1 – Test sequences

Accessories	Tables	Figures
Terminations	2	1
Straight or branch-joints	3	2

Tests on terminations and joints may be combined provided the sequences and requirements are the same.

The test voltages and requirements are summarized in table 4.

27 Résultats d'essais

Tous les échantillons essayés conformément à l'article 24 et aux tableaux 2 et 3 doivent répondre aux prescriptions de toutes les séquences d'essais.

Tout échantillon ne satisfaisant pas aux prescriptions doit faire l'objet d'un examen.

27.1 Défaillance de l'accessoire

Si un accessoire ne satisfait pas aux prescriptions par suite d'une erreur de montage ou de procédure d'essais, l'essai est annulé sans que les accessoires soient discrédités.

La séquence d'essai complète doit être répétée sur un nouvel ensemble d'échantillons.

En l'absence d'erreurs indiquées ci-dessus, le type d'accessoire n'est pas approuvé.

27.2 Défaillance du câble

Si un câble s'avère défaillant en dehors de tout élément constitutif de l'accessoire, l'essai est annulé sans que les accessoires soient discrédités. Les essais peuvent être répétés sur de nouveaux accessoires (l'essai redébutant à l'origine de la séquence) ou éventuellement en réparant le câble (l'essai étant poursuivi à compter de la phase défaillante).

SECTION 8 – ESSAIS APRÈS POSE

28 Essais diélectriques

Lorsque la pose du câble et de ses accessoires est achevée, on effectue un essai diélectrique en tension continue. Aucun défaut ne doit se produire dans l'isolant.

L'essai est exécuté conformément à l'article 11, à l'exception de la tension continue qui sera égale à 70 % des valeurs spécifiées dans ce paragraphe.

NOTE – Si certains appareillages, tels que les disjoncteurs, ne peuvent être aisément isolés de l'installation, le choix de la tension d'essai fait l'objet d'un accord particulier entre les parties intéressées.

27 Test results

All test samples, tested as indicated in clause 24 and tables 2 and 3, shall meet the requirements for all test sequences.

Any test sample not meeting the requirements shall be inspected.

27.1 Accessory failure

If an accessory fails to meet the requirements due to either test installation or test procedure errors, the test shall be declared void without discrediting the accessories.

The complete test sequence shall be repeated on a new set of samples.

If there is no evidence of above errors, the type of accessory is not approved.

27.2 Cable failure

If a cable fails beyond any part of an accessory, the tests shall be declared void without discrediting the accessories. Tests may be repeated using new accessories (start testing from the beginning of the test sequence) or alternatively by repair of the cable (continue testing from the point of break).

SECTION 8 – TESTS AFTER INSTALLATION

28 High-voltage test

When the installation of the cable and its accessories has been completed, a high-voltage test with d.c. voltage shall be carried out. No breakdown of the insulation shall occur.

The test shall be made as described in clause 11, except that the d.c. voltage shall be 70 % of the value specified in that subclause.

NOTE – Where switchgear or any other equipment cannot readily be isolated from terminals, the test voltage shall be a matter of agreement between the parties concerned.

Tableau 2 – Séquences et prescriptions d'essais pour les extrémités

Essais ¹⁾		Prescriptions	Méthodes d'essai	Séquences d'essai (voir figure 1)				
				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
1	Tenue en c.a. ou tenue en c.c.	5 min à 4,5 U_0 ou 15 min à 6 U_0	CEI 60060-1 et CEI 61442, article 4 ou 5	x	x	x		
	Tenue en c.a.	1 min à 4 U_0 sous pluie ²⁾	CEI 60060-1 et CEI 61442, article 4	x				
2	Ondes de choc à θ_t ³⁾	10 chocs de chaque polarité	CEI 60230 et CEI 61442, article 6	x				
3	Cycles thermiques dans air	63 cycles ⁴⁾ à θ_t ³⁾ et 1,5 U_0	CEI 61442, article 9	x				
4	Court-circuit thermique (âme)	Deux courts-circuits pour porter l'âme à θ_{sc} du câble Aucune détérioration visible	CEI 61442, article 11		x	x ⁵⁾		
5	Court-circuit dynamique ⁶⁾	Un court-circuit à I_d Aucune détérioration visible	CEI 61442, article 12			x		
6	Ondes de choc	10 chocs de chaque polarité	CEI 60230 et CEI 61442, article 6	x	x	x		
7	Tenue en c.a.	15 min à 2,5 U_0	CEI 60060-1 et CEI 61442, article 4	x	x	x		
8	Humidité ^{7),8)}	300 h à 1,25 U_0 , voir tableau 4	CEI 61442, article 13				x	
9	Brouillard salin ^{2),8)}	1 000 h à 1,25 U_0 , voir tableau 4	CEI 61442, article 13					x

1) Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués à la température ambiante.

2) Uniquement pour les extrémités extérieures.

3) θ_t est la température maximale de l'âme du câble en service normal +0 à +5 K.

4) Durée totale 8 h avec ≥ 2 h de stabilisation et ≥ 3 h de refroidissement.

5) Le court-circuit thermique peut être combiné au court-circuit dynamique.

6) Prescrit seulement pour les accessoires de câbles unipolaires conçus pour des courants de crête $i_p > 80$ kA et pour les accessoires de câbles tripolaires conçus pour $i_p > 63$ kA.

7) Uniquement pour les extrémités intérieures. Non prescrit pour les coffrets d'extrémité avec matière de remplissage.

8) Non prescrit pour les extrémités comportant des isolateurs en porcelaine.

Table 2 – Test sequences and requirements for terminations

Tests ¹⁾		Requirements	Test methods	Test sequences (see figure 1)				
				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
1	AC withstand or d.c. withstand	5 min at 4,5 U_0 or 15 min at 6 U_0	IEC 60060-1 and IEC 61442, clause 4 or 5	x	x	x		
	AC withstand	1 min at 4 U_0 under rain ²⁾	IEC 60060-1 and IEC 61442, clause 4	x				
2	Impulse at θ_t ³⁾	10 impulses of each polarity	IEC 600230 and IEC 61442, clause 6	x				
3	Thermal cycles in air	63 cycles ⁴⁾ at θ_t ³⁾ and 1,5 U_0	IEC 61442, clause 9	x				
4	Thermal short- circuit (conductor)	Two short-circuits to raise conductor to θ_{sc} of the cable No visible deterioration	IEC 61442, clause 11		x	x ⁵⁾		
5	Dynamic short-circuit ⁶⁾	One short-circuit at I_d No visible deterioration	IEC 61442, clause 12			x		
6	Impulse	10 impulses of each polarity	IEC 60230 and IEC 61442, clause 6	x	x	x		
7	AC withstand	15 min at 2,5 U_0	IEC 60060-1 and IEC 61442, clause 4	x	x	x		
8	Humidity ^{7),8)}	300 h at 1,25 U_0 , see table 4	IEC 61442, clause 13				x	
9	Salt fog ^{2),8)}	1 000 h at 1,25 U_0 , see table 4	IEC 61442, clause 13					x

1) Unless otherwise specified, tests shall be carried out at ambient temperature.

2) For outdoor terminations only.

3) θ_t is the maximum cable conductor temperature in normal operation +0 to +5 K.

4) 8 h total with ≥ 2 h steady and ≥ 3 h cooling.

5) Thermal short-circuit may be combined with the dynamic short-circuit.

6) Only required for single-core cable accessories designed for peak currents $i_p > 80$ kA and three-core cable accessories designed for $i_p > 63$ kA.

7) For indoor terminations only. Not required for compound-filled terminal boxes.

8) Not required for terminations having porcelain insulators.

Tableau 3 – Séquences et prescriptions d'essais pour les jonctions ou dérivations

Essais ¹⁾		Prescriptions	Méthodes d'essais	Séquences d'essais (voir figure 2)		
				2.1	2.2	2.3
1	Tenue en c.a. ou tenue en c.c.	5 min à 4,5 U_0 ou 15 min à 6 U_0	CEI 60060-1 et CEI 61442, article 4 ou 5	x	x	x
2	Ondes de choc à θ_t ^{2),3)}	10 chocs de chaque polarité	CEI 60230 et CEI 61442, article 6	x		
3	Cycles thermiques dans l'air	Trois cycles ⁴⁾ à θ_t ^{2),3)} et à 1,5 U_0	CEI 61442, article 9	x		
4	Cycles thermiques dans l'eau ⁵⁾	60 cycles ⁴⁾ à θ_t ^{2),3)} et à 1,5 U_0	CEI 61442, article 9	x		
5	Court-circuit thermique (âme) ²⁾	Deux courts-circuits pour porter l'âme à θ_{sc} du câble Aucune détérioration visible	CEI 61442, article 11		x	x ⁶⁾
6	Court-circuit dynamique ⁷⁾	Un court-circuit à I_d Aucune détérioration visible	CEI 61442, article 12			x
7	Ondes de choc	10 chocs de chaque polarité	CEI 60230 et CEI 61442, article 6	x	x	x
8	Tenue en c.a.	15 min à 2,5 U_0	CEI 60060-1 et CEI 61442, article 4	x	x	x

1) Sauf indication contraire, les essais doivent être effectués à la température ambiante.

2) Pour les accessoires mixtes (isolant papier à isolant extrudé), les paramètres d'essai sont ceux du câble dont les caractéristiques assignées sont les plus faibles.

3) θ_t est la température maximale de l'âme du câble en service normal +0 K à +5 K.

4) Durée totale 8 h avec ≥ 2 h de stabilisation et ≥ 3 h de refroidissement.

5) Pour les câbles et les jonctions ou dérivations comportant un revêtement métallique continu (tel qu'une gaine métallique) soudé, l'essai peut être effectué dans l'air.

6) Le court-circuit thermique peut être combiné au court-circuit dynamique.

7) Prescrit seulement pour les accessoires de câbles unipolaires conçus pour des courants de crête $i_p > 80$ kA et pour les accessoires de câbles tripolaires conçus pour $i_p > 63$ kA.

Table 3 – Test sequences and requirements for straight or branch-joints

Tests ¹⁾		Requirements	Test methods	Test sequences (see figure 2)		
				2.1	2.2	2.3
1	AC withstand or d.c. withstand	5 min at 4,5 U_0 or 15 min at 6 U_0	IEC 60060-1 and IEC 61442, clause 4 or 5	x	x	x
2	Impulse at θ_t ^{2),3)}	10 impulses of each polarity	IEC 60230 and IEC 61442, clause 6	x		
3	Thermal cycles in air	Three cycles ⁴⁾ at θ_t ^{2),3)} and 1,5 U_0	IEC 61442, clause 9	x		
4	Thermal cycles under water ⁵⁾	60 cycles ⁴⁾ at θ_t ^{2),3)} and 1,5 U_0	IEC 61442, clause 9	x		
5	Thermal short-circuit (conductor) ²⁾	Two short-circuits to raise conductor to θ_{sc} of the cable	IEC 61442, clause 11		x	x ⁶⁾
6	Dynamic short-circuit ⁷⁾	No visible deterioration One short-circuit at I_d No visible deterioration	IEC 61442, clause 12			x
7	Impulse	10 impulses of each polarity	IEC 60230 and IEC 61442, clause 6	x	x	x
8	AC withstand	15 min at 2,5 U_0	IEC 60060-1 and IEC 61442, clause 4	x	x	x

1) Unless otherwise specified, tests shall be carried out at ambient temperature.

2) For transition joints (paper insulation to extruded insulation), the testing parameters are those for the lower rated cable.

3) θ_t is the maximum cable conductor temperature in normal operation +0 to +5 K.

4) 8 h total with ≥ 2 h steady and ≥ 3 h cooling.

5) For cables and joints with continuous metallic covering (like metal sheath) by soldering/welding, this test may be carried out in air.

6) Thermal short-circuit may be combined with the dynamic short-circuit.

7) Only required for single-core cable accessories designed for peak currents $i_p > 80$ kA and three-core cable accessories designed for $i_p > 63$ kA.

Tableau 4 – Résumé des tensions d'essai et des prescriptions (voir article 26)

Tension assignée $U_0/U(U_m)$ kV							
Essai	Tension d'essai	3,6/6 (7,2)	6/10 (12)	8,7/15 (17,5)	12/20 (24)	18/30 (36)	Prescriptions
Humidité et brouillard salin	1,25 U_0	4,5	7,5	11	15	22,5	Pas de claquage ou de contournement Pas plus de trois déclenchements Pas de dégradation importante ¹⁾
Cycles thermiques	1,5 U_0	5,4	9	13	18	27	Pas de claquage ou de contournement
Tenue c.a./15 min	2,5 U_0	9	15	23	30	45	Pas de claquage ou de contournement
Tenue c.a./1 min	4 U_0	14,5	24	35	48	72	Pas de claquage ou de contournement
Tenue c.a./5 min	4,5 U_0	16	27	39	54	81	Pas de claquage ou de contournement
Tenue c.c./15 min	6 U_0	21,6	36	52	72	108	Pas de claquage ou de contournement
Ondes de choc (crête)	–	60	75	95	125	170	Pas de claquage ou de contournement

¹⁾ On considère qu'une dégradation importante s'est produite lorsqu'il est évident que la performance de l'accessoire a été sévèrement réduite, soit par perte de la qualité diélectrique de la surface de cheminements, soit par érosion.

1) On considère qu'une dégradation importante s'est produite lorsqu'il est évident que la performance de l'accessoire a été sévèrement réduite, soit par perte de la qualité diélectrique de la surface en raison de cheminements, soit par érosion.

Table 4 – Summary of test voltages and requirements (see clause 26)

Rated voltage U_0/U (U_m) kV							
Test	Test voltage	3,6/6 (7,2)	6/10 (12)	8,7/15 (17,5)	12/20 (24)	18/30 (36)	Requirements
Humidity and salt fog	1,25 U_0	4,5	7,5	11	15	22,5	No failure or flashover No more than three trippings No substantial damage ¹⁾
Thermal cycles	1,5 U_0	5,4	9	13	18	27	No failure or flashover
AC withstand/15 min	2,5 U_0	9	15	23	30	45	No failure or flashover
AC withstand/1 min	4 U_0	14,5	24	35	48	72	No failure or flashover
AC withstand/5 min	4,5 U_0	16	27	39	54	81	No failure or flashover
DC withstand/15 min	6 U_0	21,6	36	52	72	108	No failure or flashover
Impulse (peak)	–	60	75	95	125	170	No failure or flashover

¹⁾ It is considered that substantial damage has occurred when it is evident that the performance of the accessory has been severely reduced by either loss of dielectric quality of the surface due to tracking or erosion.

¹⁾ It is considered that substantial damage has occurred when it is evident that the performance of the accessory has been severely reduced by either loss of dielectric quality of the surface due to tracking or erosion.

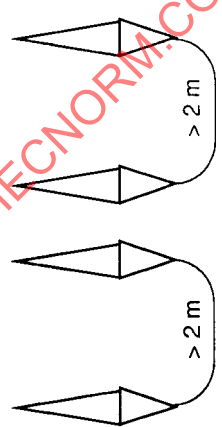
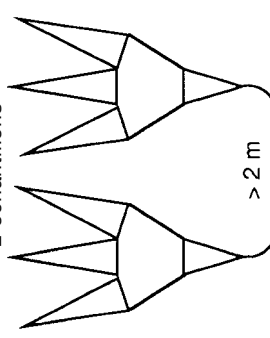
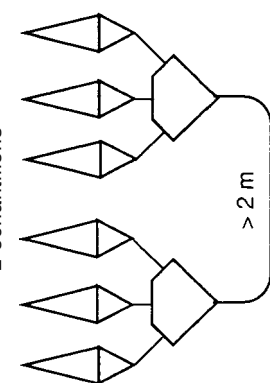
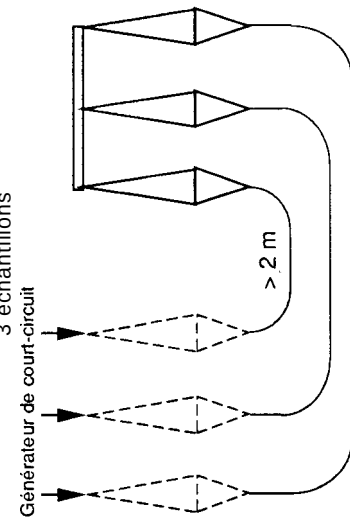
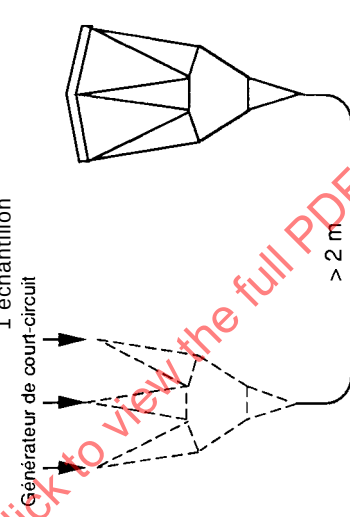
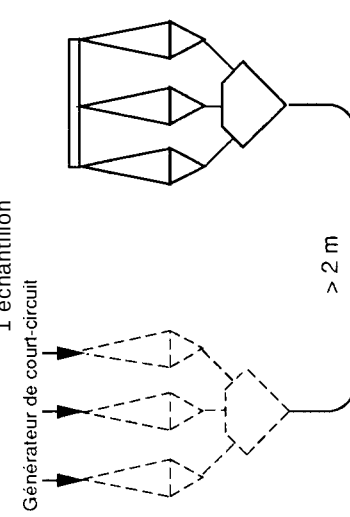
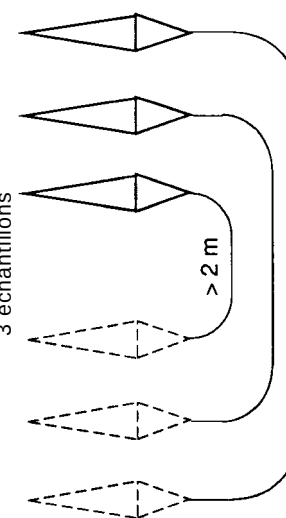
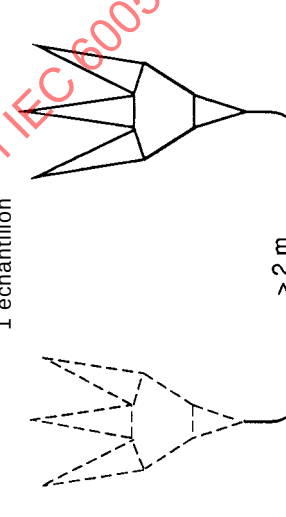
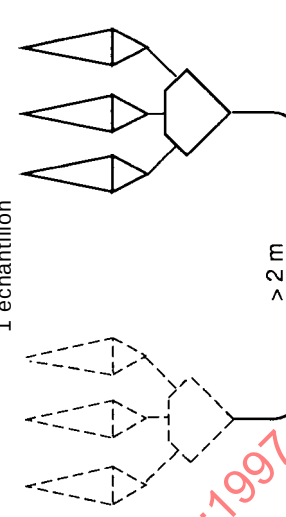
Séquence	Accessoires unipolaires	Accessoires tripolaires	Accessoires tripolaires
Note 1 1.1			
Notes 1, 2 1.2 ou 1.3			
Notes 1, 2 1.4 ou 1.5			
NOTES 1 Les longueurs de câble indiquées ci-dessus sont mesurées entre les points d'entrée des accessoires. 2 1.2 peut être combinée avec 1.3. Pour les accessoires unipolaires, 1.2 peut être réalisée sur des boucles distinctes. La méthode de fixation du câble et des accessoires ainsi que la distance entre accessoires doivent être celles recommandées par le fabricant.			

Figure 1 – Montages d'essai et nombre d'échantillons pour les extrémités (voir tableau 2)

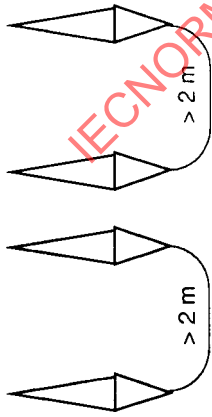
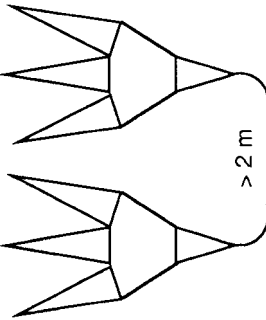
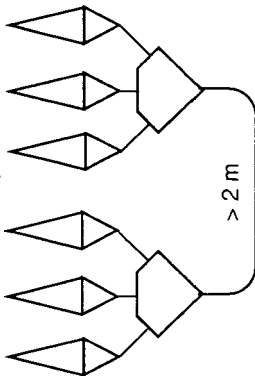
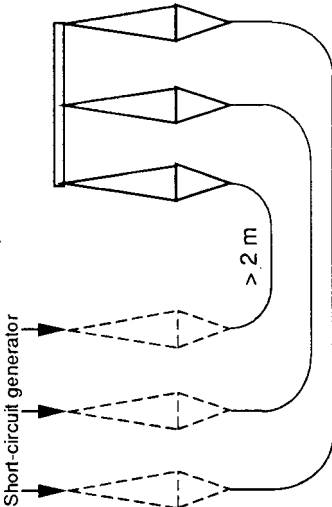
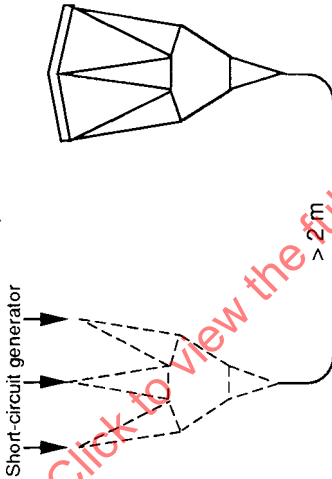
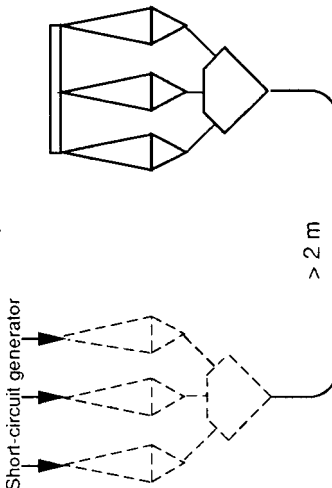
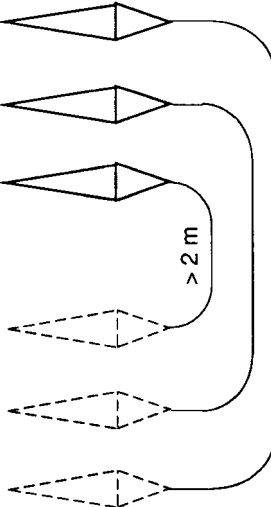
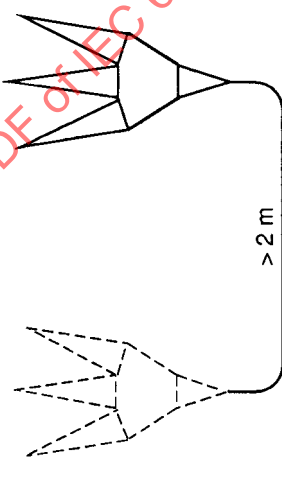
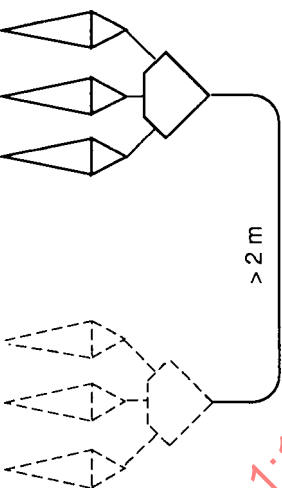
Sequence	Single-core accessories	Three-core accessories	Three-core accessories
Note 1			
1.1			
Notes 1, 2			
1.2 or 1.3			
Notes 1, 2			
1.4 or 1.5			
NOTES 1 The cable lengths stated above are measured between the cable inlet points of the accessories. 2 1.2 may be combined with 1.3. For single-core accessories, 1.2 may be carried out on separate loops. The cable and accessories clamping method and the spacing between accessories shall be as recommended by the manufacturer.			

Figure 1 – Test arrangements and number of samples for terminations (see table 2)

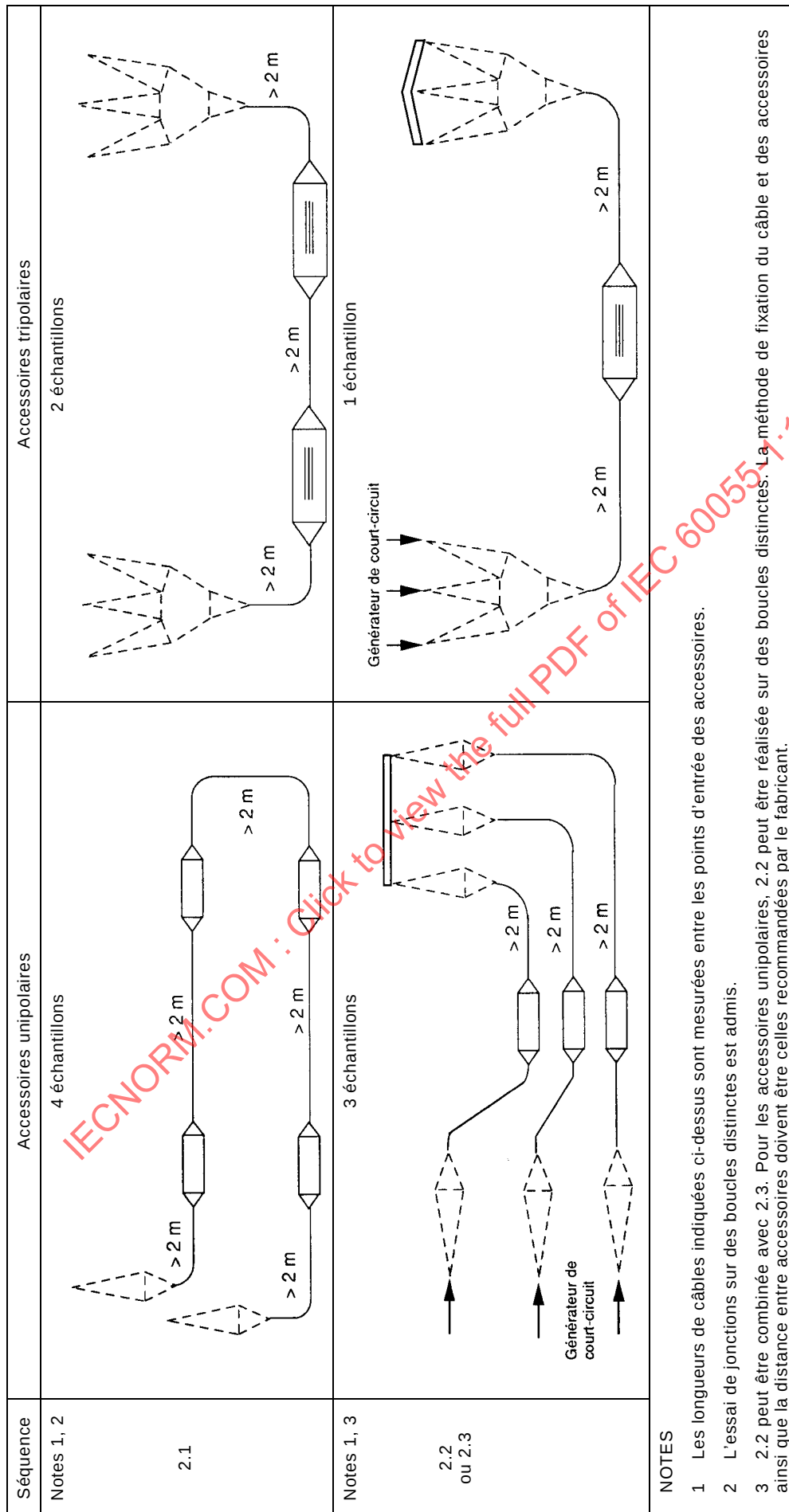


Figure 2 – Montages d'essai et nombre d'échantillons pour les jonctions ou dérivations (voir tableau 3)