

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60141-2

Première édition
First edition
1963-01

**Essais des câbles à huile fluide, à pression de gaz
et de leurs dispositifs accessoires**

Deuxième partie:

Câbles à pression de gaz interne et accessoires
pour des tensions alternatives inférieures ou
égales à 275 kV

**Tests on oil-filled and gas-pressure cables
and their accessories**

Part 2:

Internal gas-pressure cables and accessories
for alternating voltages up to 275 kV



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60141-2: 1963

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

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*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

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* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60141-2

Première édition
First edition
1963-01

**Essais des câbles à huile fluide, à pression de gaz
et de leurs dispositifs accessoires**

Deuxième partie:

Câbles à pression de gaz interne et accessoires
pour des tensions alternatives inférieures ou
égales à 275 kV

**Test on oil-filled and gas-pressure cables
and their accessories**

Part 2:

Internal gas-pressure cables and accessories
for alternating voltages up to 275 kV

© IEC 1963 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 photo-
copie 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

M

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Définitions	6
3. Désignation de la tension	6
4. Conditions d'essais	6
5. Caractéristiques	8
6. Catégories d'essais sur les câbles	10

SECTION DEUX — ESSAIS INDIVIDUELS DES CABLES

7. Généralités	10
8. Mesure de la résistance du conducteur	10
9. Mesure de la capacité	12
10. Mesure du facteur de pertes	12
11. Essai diélectrique	12
12. Essais des revêtements anti-corrosion	14

SECTION TROIS — ESSAIS SPÉCIAUX SUR LES CABLES

13. Généralités	14
14. Mesure du facteur de pertes à différentes températures	14
15. Essai diélectrique de sécurité	16
16. Essai mécanique et essai de tension de choc à chaud	16
17. Essai mécanique et examen physique	18
18. Essai mécanique du renforcement des câbles à gaine	20

SECTION QUATRE — ESSAIS SUR ACCESSOIRES

19. Généralités	20
20. Essai des jonctions et extrémités étanches	22
21. Régulateurs de gaz	22
22. Soupapes de sûreté	22
23. Manomètres	22
24. Manomètres avertisseurs	24
25. Essai de sécurité diélectrique	24
26. Essai de choc	24

SECTION CINQ — ESSAIS APRÈS POSE

27. Généralités	24
28. Essai pneumatique	24
29. Essai diélectrique	24
30. Mesure de la résistance du conducteur	24
31. Essais des revêtements anti-corrosion	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE — GENERAL

Clause		
1. Scope		7
2. Definitions		7
3. Voltage designation		7
4. Test conditions		7
5. Characteristics		9
6. Categories of tests on cables		11

SECTION TWO — ROUTINE TESTS ON CABLES

7. General	11
8. Conductor resistance test	11
9. Capacitance test	13
10. Power-factor test	13
11. High-voltage test	13
12. Tests on corrosion resistant coverings	15

SECTION THREE — SPECIAL TESTS ON CABLES

13. General	15
14. Power-factor/temperature test	15
15. Dielectric security test	17
16. Mechanical test and hot impulse-voltage test	17
17. Mechanical test and physical examination	19
18. Mechanical test on reinforcement of sheathed cables	21

SECTION FOUR — TESTS ON ACCESSORIES

19. General	21
20. Cable-joint and sealing-end carcasses	23
21. Gas regulators	23
22. Safety valves	23
23. Pressure gauges	23
24. Alarm pressure gauges	25
25. Dielectric security test	25
26. Impulse-voltage test	25

SECTION FIVE — TESTS AFTER INSTALLATION

27. General	25
28. Pneumatic test	25
29. High-voltage test	25
30. Conductor resistance test	25
31. Tests on corrosion resistant coverings	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS DES CABLES A HUILE FLUIDE, A PRESSION DE GAZ
ET DE LEURS DISPOSITIFS ACCESSOIRES**

**Deuxième partie: Câbles à pression de gaz interne et accessoires pour des tensions
alternatives inférieures ou égales à 275 kV**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Comité d'Etudes N° 20; Câbles électriques.

Elle constitue la deuxième partie de la recommandation complète pour les essais des câbles à huile fluide et à pression de gaz et des accessoires de ces câbles. Les câbles à pression de gaz externe (à compression de gaz) et leurs accessoires font l'objet de la troisième partie, éditée en tant que Publication 141-3 de la C.E.I., alors que les câbles au papier à huile fluide et à gaine métallique et leurs accessoires sont traités dans la première partie, éditée comme Publication 141-1 de la C.E.I.

Les travaux relatifs à la préparation de la présente recommandation furent entrepris à la suite d'une réunion tenue à Philadelphie en 1954. Des projets furent examinés lors de réunions tenues à Copenhague en 1958 et à Milan en 1959. A la suite de ces réunions un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1960.

Les pays suivants se prononcèrent explicitement en faveur de la publication de la deuxième partie:

Allemagne	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
France	Suisse
Italie	Tchécoslovaquie
Japon	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Les recommandations pour les essais des câbles isolés au papier autres que les câbles à pression figurent dans la Publication 55 de la C.E.I., Recommandations pour les essais des câbles isolés au papier imprégné et recouverts d'une enveloppe métallique pour des tensions de 10 kV à 66 kV (à l'exclusion des câbles à pression de gaz et des câbles à huile fluide).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TESTS ON OIL-FILLED AND GAS-PRESSURE CABLES
AND THEIR ACCESSORIES**

**Part 2: Internal gas-pressure cables and accessories for alternating voltages
up to 275 kV**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This publication was prepared by Technical Committee No. 20, Electric cables.

It forms Part 2 of the complete recommendation for tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories. External gas-pressure cables and their accessories are dealt with in Part 3, which is issued as I.E.C. Publication 141-3, whilst oil-filled, paper-insulated, metal-sheathed cables and their accessories are dealt with in Part 1, issued as I.E.C. Publication 141-1.

Work on the preparation of this recommendation was started following a meeting held in Philadelphia in 1954. Drafts were considered at meetings held in Copenhagen in 1958 and in Milan in 1959. As a result of these meetings, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1960.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 2:

Austria	Japan
Belgium	Netherlands
Czechoslovakia	Norway
Denmark	Sweden
France	Switzerland
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom

Recommendations for tests on paper-insulated cables other than the pressure type are given in I.E.C. Publication 55, Recommendations for tests on impregnated paper-insulated metal-sheathed cables for alternating voltages from 10 kV up to and including 66 kV (excluding gas-pressure and oil-filled cables).

ESSAIS DES CABLES A HUILE FLUIDE, A PRESSION DE GAZ ET DE LEURS DISPOSITIFS ACCESSOIRES

Deuxième partie: Câbles à pression de gaz interne et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 275 kV

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente recommandation s'applique aux essais sur les câbles isolés au papier imprégné, à champ radial, et à leurs accessoires dans lesquels, en fonctionnement normal, une pression de gaz supérieure à 12 kg/cm² est appliquée intérieurement, c'est-à-dire, le gaz étant en contact direct avec l'isolation. Les essais s'appliquent aux câbles et accessoires destinés à des réseaux d'une tension nominale ne dépassant pas 275 kV entre phases.

2. Définitions

Les définitions suivantes ont été adoptées pour l'application de la présente recommandation:

E_0 = Tension spécifiée à fréquence industrielle entre conducteur et écran pour laquelle le câble et les accessoires sont calculés,

U = Tension nominale du réseau pour laquelle le câble et les accessoires sont prévus,

E_p = Valeur de crête de la tension de choc pour laquelle le câble et les accessoires sont calculés.

3. Désignation de la tension

Les câbles et accessoires doivent être désignés par la tension spécifiée entre conducteur et écran E_0 et par la tension nominale du réseau U , toutes deux en kilovolts, par exemple 63/110 ou 80/110.

Notes 1: Sauf accord contraire entre l'acheteur et le fabricant, lorsqu'une installation de câble doit être utilisée dans un réseau dont la tension nominale est U , il est entendu que la tension du câble E_0 est égale à $U/1,73$ pour un réseau triphasé et $U/2$ pour un réseau monophasé, le neutre du réseau étant effectivement mis à la terre, ainsi qu'il est défini dans la Publication 71 de la C.E.I., Recommandations pour la coordination de l'isolement. Si le neutre n'est pas effectivement à la terre, la tension spécifiée du câble et de ses accessoires E_0 doit être déterminée par accord entre l'acheteur et le fabricant, en tenant compte des valeurs efficaces les plus élevées des tensions à la terre de la ou des phases saines, au cours des défauts de mise à la terre qui peuvent se produire dans le réseau, et de la durée de ces défauts.

2: Sauf accord contraire entre l'acheteur et le fabricant, on doit admettre que le câble et ses accessoires peuvent fonctionner en régime continu sous une tension dépassant U de 10 % au plus, mais qui n'est en aucun cas supérieure à la tension la plus élevée du réseau indiquée dans la Publication 38 de la C.E.I., Tensions normales des réseaux.

4. Conditions d'essais

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

La fréquence des tensions d'essai alternatives doit être comprise entre 49 et 61 Hz. La forme d'onde de cette tension doit être sensiblement sinusoïdale.

4.2 Forme d'onde des tensions d'essai de choc

Le front d'onde doit être compris entre 1 et 5 μ s et la durée jusqu'à la moitié de la valeur de crête comprise entre 40 et 50 μ s, l'onde étant en outre conforme à la Publication 60 de la C.E.I., Essais à haute tension.

TESTS ON OIL-FILLED AND GAS-PRESSURE CABLES AND THEIR ACCESSORIES

Part 2: Internal gas-pressure cables and accessories for alternating voltages up to 275 kV

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This recommendation applies to tests on radial-field impregnated-paper-insulated cables and accessories in which, during normal operation, a gas pressure exceeding 12 kg/cm² gauge is applied internally, i.e. with the gas in direct contact with the insulation. The tests are applicable to cables and accessories intended to be used in systems with a nominal voltage not exceeding 275 kV between phases.

2. Definitions

The following definitions have been adopted for the purposes of this recommendation:

E_o = the rated power-frequency voltage between conductor and screen for which the cable and accessories are designed,

U = the nominal voltage of the system for which the cable and accessories are intended to be used,

E_p = the peak value of the impulse withstand voltage for which the cable and accessories are designed.

3. Voltage designation

Cables and accessories shall be designated by the rated voltage between conductor and screen E_o and by the nominal system voltage U , both in kilovolts, e.g. 63/110 or 80/110.

Notes 1: Unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, when a cable installation is intended to be used for a system whose nominal voltage is U , it is understood that the rated voltage E_o of the cable is $U/1.73$ for a three-phase system and $U/2$ for a single-phase system, if the neutral point of the system is effectively earthed as defined in I.E.C. Publication 71, Recommendations for insulation co-ordination. If the neutral point is not effectively earthed, the rated voltage E_o of the cable and its accessories should be determined by agreement between the purchaser and the manufacturer, taking into account the values of the highest r.m.s. voltages to earth of the sound phase or phases during the line-to-earth faults that may happen in the system, and the duration of the faults.

2: Unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, it should be assumed that the cable and its accessories may be operated continuously at a voltage exceeding U by not more than 10 per cent, but in any case not more than the highest voltage of the system, as given in I.E.C. Publication 38, Standard system voltages.

4. Test conditions

4.1 Frequency and waveform of power-frequency test voltages

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

4.2 Waveform of impulse test voltages

The impulse wave shall have a front duration between 1 and 5 μ s and a nominal time to half-value of 40 to 50 μ s, being further in accordance with I.E.C. Publication 60, High-voltage test techniques.

4.3 Température ambiante

On prend pour température ambiante une température comprise entre 10°C et 45°C.

5. Caractéristiques

5.1 Pour les essais décrits dans cette recommandation, on doit connaître les caractéristiques suivantes:

5.1.1 La tension E_o spécifiée en kilovolts.

5.1.2 La tension de choc E_p en kilovolts (Voir paragraphe 16.2).

5.1.3 La matière du conducteur et la section des âmes conductrices en millimètres carrés.

5.1.4 Le nombre de conducteurs.

5.1.5 Désignation succincte du type, c'est-à-dire câble sous gaine ou en tube.

Note: A cet effet, on définit un câble sous gaine comme un câble dont la gaine de maintien de la pression fait partie intégrante du câble à sa livraison.

5.1.6 Détails de la gaine ou du tube de maintien de la pression.

5.1.7 Désignation succincte de l'isolation, c'est-à-dire: *a*) complètement imprégnée ou *b*) incomplètement imprégnée (à imprégnation massive et égouttée, ou pré-imprégnée ou imprégnant à viscosité élevée).

5.1.8 La capacité entre chaque conducteur et l'écran en microfarads par kilomètre.

5.1.9 La température maximale admissible dans le conducteur en degrés Celsius en régime permanent dans les conditions spécifiées d'ambiance et d'installation.

5.1.10 La pression normale de gaz en kilogrammes par centimètre carré, ainsi que les valeurs maximale et minimale admissibles en service continu.

5.2 Lorsque l'acheteur le demande, le fabricant doit indiquer les caractéristiques supplémentaires suivantes:

5.2.1 Les détails de la fabrication: par exemple, conducteur profilé ou circulaire, absence ou présence d'un écran sur le conducteur, types de jonction et d'extrémité, etc.

5.2.2 L'épaisseur de l'isolation du câble en millimètres et le gradient maximal de potentiel dans le diélectrique pour E_o , en volts par millimètre, en négligeant les effets du câblage.

5.2.3 Le courant maximal admissible en ampères dans les conditions d'installation et de fonctionnement spécifiées.

5.2.4 La résistance effective (résistance en courant alternatif), estimée en ohms par kilomètre, du câble à la température maximale de fonctionnement et dans les conditions d'installation spécifiées.

5.2.5 L'inductance, estimée en henrys par kilomètre, par phase du câble terminé dans les conditions d'installation spécifiées.

4.3 Ambient temperature

The ambient temperature is taken as lying between 10°C and 45°C.

5. Characteristics

5.1 For the purpose of the tests described in this recommendation, the following characteristics must be known:

5.1.1 The rated voltage E_0 in kilovolts.

5.1.2 The impulse withstand voltage E_p in kilovolts (see Sub-clause 16.2).

5.1.3 The conductor material and the cross-sectional area of the conductors in square millimetres.

5.1.4 The number of cores.

5.1.5 Brief description of type, i.e. sheathed cable or cable in pipe.

Note: For this purpose a sheathed cable is a cable in which the pressure-retaining sheath is an integral part of the cable as supplied.

5.1.6 Details of pressure-retaining sheath or pipe.

5.1.7 Brief description of insulation, i.e. *a*) fully-impregnated, or *b*) not-fully-impregnated (mass-impregnated and drained, or pre-impregnated or with high-viscosity saturant).

5.1.8 The capacitance between each conductor and screen in microfarads per kilometre.

5.1.9 The maximum permissible conductor temperature in degrees Celsius for permanent operation under the specified ambient and installation conditions.

5.1.10 The normal gas pressure in kilogrammes per square centimetre as well as the lowest and highest values permissible for permanent operation.

5.2 The following additional characteristics shall be stated by the manufacturer when requested by the purchaser:

5.2.1 Details of construction, e.g. shaped or circular conductor, screened or unscreened conductor, types of joint and sealing end, etc.

5.2.2 The insulation thickness of the cable in millimetres and the maximum voltage gradient in the cable insulation at E_0 , in volts per millimetre, neglecting any stranding effect.

5.2.3 The maximum current rating in amperes under the specified installation and operating conditions.

5.2.4 The estimated effective (a.c.) resistance in ohms per kilometre of the cable at the maximum operating temperature and under the specified installation conditions.

5.2.5 The estimated inductance in henries per kilometre per phase of the completed cable under the specified installation conditions.

6. Catégories d'essais sur les câbles

Dans la présente recommandation, les essais sur les câbles sont donnés dans trois rubriques principales:

Essais individuels;
Essais spéciaux;
Essais après pose.

6.1 Essais individuels

Les essais individuels sont des essais effectués sur tous les conducteurs de chaque longueur de câble faisant partie d'une fourniture.

6.2 Essais spéciaux

Les essais suivants sont des essais spéciaux:

Mesure du facteur de pertes à différentes températures;
Essai diélectrique de sécurité;
Essai mécanique et essai de choc à chaud;
Essai mécanique et examen physique;
Essai mécanique du renforcement des câbles à gaine.

Ces essais spéciaux doivent être effectués sur des échantillons du type spécifié à l'article 13.

6.3 Essais après pose

Les essais après pose sont des essais effectués quand la pose du câble et des accessoires correspondants est terminée.

SECTION DEUX — ESSAIS INDIVIDUELS DES CÂBLES

7. Généralités

Les essais spécifiés dans les articles 8 à 11 inclus doivent être exécutés sur tous les conducteurs de chaque longueur de câble faisant partie d'une fourniture. Les câbles doivent être équipés de boîtes d'extrémités convenables et les essais doivent être effectués à la pression atmosphérique; on admet toutefois une pression interne de gaz ne dépassant pas 2 kg/cm² pour l'isolation incomplètement imprégnée.

8. Mesure de la résistance du conducteur

La résistance du conducteur, mesurée en courant continu sur le câble terminé et ramenée à 20°C, ne doit pas excéder, de plus des quantités suivantes, la résistance calculée pour un conducteur massif de la même longueur que le câble, d'une section égale à la section spécifiée et d'une résistivité spécifique de X ohm.mm²/km:

jusqu'à 1 000 mm ² *	4 %
au-dessus de 1 000 mm ² *	5 %

* Conducteur en cuivre ou en aluminium

Dans l'alinéa ci-dessus, la valeur de X doit être prise égale à:

Cuivre recuit	17,241 ohm.mm ² /km
Aluminium	28,264 ohm.mm ² /km

Les valeurs à adopter pour le coefficient de température sont les suivantes:

Cuivre recuit	0,00393 par °C à partir de 20°C
Aluminium	0,00403 par °C à partir de 20°C

6. Categories of tests on cables

In this recommendation, tests on cables are given under three main headings:

Routine tests;
Special tests;
Tests after installation.

6.1 Routine tests

Routine tests are tests made on all cores of every length of cable forming part of a contract.

6.2 Special tests.

The following tests are special tests:

Power-factor/temperature test;
Dielectric security test;
Mechanical test and hot impulse-voltage test;
Mechanical test and physical examination;
Mechanical test on reinforcement of sheathed cables.

These special tests shall be made on samples as specified in Clause 13.

6.3 Tests after installation

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

SECTION TWO — ROUTINE TESTS ON CABLES

7. General

The tests specified in Clauses 8 to 11 inclusive shall be made on all cores of every length of cable forming part of a contract. The cables shall be suitably terminated and the tests shall be carried out at atmospheric pressure, except that for not-fully-impregnated insulation an internal gas pressure not exceeding 2 kg/cm² is permitted.

8. Conductor resistance test

The measured d.c. resistance of each conductor in the completed cable, corrected to 20°C, shall not exceed by more than the following amounts the value of resistance calculated on the basis of a solid conductor of the same length as the cable, having a section equal to the specified sectional area and having a volume resistivity of X ohm.mm²/km:

up to 1 000 mm²* 4 per cent
above 1 000 mm²* 5 per cent

* Copper or aluminium conductors

In the above paragraph, the value of X shall be taken as follows:

Annealed copper 17.241 ohm.mm²/km
Aluminium 28.264 ohm.mm²/km

The values to be adopted for the temperature coefficient are as follows:

Annealed copper 0.00393 per degree Celsius from 20°C
Aluminium 0.00403 per degree Celsius from 20°C

Il faut laisser séjourner le câble dans le local d'essais (qui doit être maintenu à une température raisonnablement constante) pendant 12 heures au moins avant l'essai. S'il y a doute sur le fait de savoir si la température de l'âme est égale à celle du local, la mesure doit être effectuée après avoir laissé le câble séjourner 24 heures dans le local d'essais.

La température ambiante doit être mesurée dans ce local de telle manière qu'elle représente au mieux la température au voisinage immédiat du touret de câble.

9. Mesure de la capacité

La capacité doit être mesurée à la fréquence industrielle au moyen d'un pont en courant alternatif et les valeurs obtenues pour chaque longueur individuelle ne doivent pas dépasser de plus de 8 % la valeur indiquée par le fabricant (voir paragraphe 5.1.8).

10. Mesure du facteur de pertes

Le facteur de pertes du diélectrique doit être mesuré à la température ambiante entre chaque conducteur et l'écran, en utilisant les tensions d'essai à fréquence industrielle spécifiées ci-dessous. Si les mesures sont effectuées à une température inférieure à 20°C, les résultats doivent être ramenés à 20°C, soit en déduisant de la valeur mesurée 2 % de cette valeur par °C de la différence entre la température d'essai et 20°C, soit en utilisant une courbe de correction appropriée à l'isolant s'il y a eu accord entre l'acheteur et le fabricant sur une telle courbe. Il ne doit pas être fait de correction si la température d'essai est égale ou supérieure à 20°C.

Pour les câbles à isolation complètement imprégnée (voir paragraphe 5.1.7 a)), la tension doit être élevée de $0,25 E_0$ à E_0 par échelons d'environ $0,25 E_0$. Le facteur de pertes pour $0,5 E_0$ ne doit pas dépasser 0,005 et l'augmentation du facteur de pertes entre $0,25 E_0$ et E_0 ne doit pas dépasser 0,001 par échelon de $0,25 E_0$, l'augmentation totale entre $0,25 E_0$ et E_0 ne dépassant pas 0,002.

Pour les câbles à isolation incomplètement imprégnée (voir paragraphe 5.1.7 b)), la tension d'essai doit être élevée de $0,25 E_0$ à $0,5 E_0$. Le facteur de pertes à $0,25 E_0$ ne doit pas dépasser 0,005 et l'augmentation du facteur de pertes entre $0,25 E_0$ et $0,5 E_0$ ne doit pas dépasser 0,001.

11. Essai diélectrique

Cet essai doit être effectué au moyen d'une tension d'essai alternative à fréquence industrielle appliquée pendant 15 minutes entre le conducteur et l'écran.

La valeur de la tension d'essai doit être :

pour les câbles complètement imprégnés	E_0
pour les câbles incomplètement imprégnés	$0,5 E_0$

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

En variante on peut effectuer un essai en courant continu, la valeur de la tension d'essai étant :

pour les câbles complètement imprégnés	$5 E_0$
pour les câbles incomplètement imprégnés	$4 E_0$

et la durée de l'essai 15 minutes. Il ne doit pas se produire de perforation de l'isolation.

Note: L'essai en courant alternatif peut être fait en même temps que la mesure du facteur de pertes (voir article 10).

The cable shall be in the test room (which shall be maintained at a reasonably constant temperature) for at least 12 hours before the test. If it is doubtful whether the conductor temperature is the same as the room temperature, the conductor resistance shall be measured after the cable has been in the test room for 24 hours.

The ambient temperature shall be measured at such positions in the test room as to ensure that the ambient temperature in the immediate vicinity of the cable drum is determined.

9. Capacitance test

The capacitance shall be measured at power frequency by means of an a.c. bridge and the values found for each individual length shall be not greater than 8 per cent above the declared value (see Sub-clause 5.1.8).

10. Power-factor test

The power-factor of the insulation shall be measured at ambient temperature between each conductor and screen, employing the power-frequency test voltages specified 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 per cent of this value per deg C 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.

For cables with fully-impregnated insulation (see Sub-clause 5.1.7 a)), the test voltage shall be increased from $0.25 E_0$ to E_0 in steps of about $0.25 E_0$. The power-factor at $0.5 E_0$ shall not exceed 0.005 and the increase in power-factor between $0.25 E_0$ and E_0 shall be not more than 0.001 per step of $0.25 E_0$, the total increase between $0.25 E_0$ and E_0 being not greater than 0.002.

For cables having not-fully-impregnated insulation (see Sub-clause 5.1.7 b)), the test voltage shall be increased from $0.25 E_0$ to $0.5 E_0$. The power-factor at $0.25 E_0$ shall not exceed 0.005 and the increase in power-factor between $0.25 E_0$ and $0.5 E_0$ shall not exceed 0.001.

11. High-voltage test

This test shall be made with a power-frequency test voltage applied for 15 minutes between each conductor and screen.

The value of the test voltage shall be:

for fully-impregnated cables	E_0
for not-fully-impregnated cables	$0.5 E_0$

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

A d.c. test may be applied as an alternative to the a.c. test specified above, the value of the test voltage being:

for fully-impregnated cables	$5 E_0$
for not-fully-impregnated cables	$4 E_0$

and the duration of the test 15 minutes. No breakdown of the insulation shall occur.

Note: The a.c. test may be made in conjunction with the measurement of power-factor (see Clause 10).

12. Essais des revêtements anti-corrosion

A l'étude.

SECTION TROIS — ESSAIS SPÉCIAUX SUR LES CABLES

13. Généralités

Les essais spécifiés dans les articles 14 à 18 inclus doivent être effectués sur des échantillons prélevés sur les câbles fabriqués pour la fourniture, sur les bases suivantes, à condition que la longueur totale de la fourniture dépasse 2 km pour les câbles à 3 conducteurs ou 4 km pour les câbles à 1 conducteur.

Longueur de câble km				Nombre d'échantillons
Câbles à 3 conducteurs		Câbles à 1 conducteur		
supérieure à	inférieure ou égale à	supérieure à	inférieure ou égale à	
2	10	4	20	1
10	20	20	40	2
20	30	40	60	3
		etc.		

Dans le cas des câbles à 3 conducteurs, les essais électriques décrits aux articles 14, 15 et 16 doivent être effectués uniquement sur un conducteur.

Pour les essais électriques, l'échantillon doit être équipé de boîtes d'extrémités convenables et la pression de gaz doit être initialement réglée à la valeur minimale spécifiée au paragraphe 5.1.10.

Le fabricant peut, s'il le désire, effectuer plusieurs essais spéciaux indiqués aux articles 14 à 18 inclus successivement sur le même échantillon de câble, l'ordre dans lequel les essais sont effectués étant laissé à sa discrétion. Toutefois, si, lors d'un essai autre que le premier, les conditions ne sont pas satisfaites, cet essai doit être renouvelé sur un autre échantillon et seuls les résultats de ce dernier essai doivent compter pour l'appréciation définitive des résultats.

Après entente préalable entre l'acheteur et le fabricant, on peut se dispenser d'un ou de tous les essais prescrits aux articles 14, 15 et 16, à condition que l'essai ou les essais aient été préalablement effectués sur des échantillons prélevés sur des longueurs de câble de même construction que le câble compris dans le contrat et que le fabricant produise un certificat à cet effet. Par même construction, on doit entendre que le câble compris dans le contrat et celui faisant l'objet du certificat d'essai ont des caractéristiques identiques en ce qui concerne les paragraphes 5.1.1, 5.1.2, 5.1.5, 5.1.7, 5.1.9, 5.1.10, 5.2.1 et 5.2.2.

14. Mesure du facteur de pertes à différentes températures

Cet essai doit être fait sur un échantillon ayant au moins 10 m de long.

Le facteur de pertes du diélectrique doit être mesuré à des tensions de $0,5E_0$, $1 E_0$, $1,5 E_0$ et $2E_0$:

- à la température ambiante,
- après que le câble a été chauffé lentement jusqu'à une température maximale supérieure de 5°C à la température maximale admissible de fonctionnement du conducteur, indiquée au paragraphe 5.1.9,
- immédiatement après refroidissement à la température ambiante.

12. Tests on corrosion resistant coverings

Under consideration.

SECTION THREE — SPECIAL TESTS ON CABLES

13. General

The tests specified in Clauses 14 to 18 inclusive shall be made on samples taken from cables manufactured for the contract, provided that the total length in the contract exceeds 2 km of three-core cable or 4 km of single-core cable, on the following basis:

Cable length km				Number of samples
Three-core cable		Single-core cable		
above	up to and including	above	up to and including	
2	10	4	20	1
10	20	20	40	2
20	30	40	60	3
		and so on		

In the case of three-core cables, the electrical tests described in Clauses 14, 15 and 16 shall be carried out on one core only.

For the electrical tests, the piece of cable shall be erected with suitable terminations and the gas pressure shall initially be adjusted to the minimum value declared under Sub-clause 5.1.10.

The manufacturer may, if he wishes, carry out more than one of the special tests specified in Clauses 14 to 18 inclusive, on one and the same piece of cable, the order in which the tests are performed being left to his discretion. However, if on a subsequent test the requirements are not fulfilled, this test shall be repeated on a new piece of cable and the results of this latter test only shall be valid for the ultimate assessment of the results.

By agreement between the purchaser and the manufacturer, any or all of the tests prescribed in Clauses 14, 15 and 16 may be omitted, provided that the test or tests has or have previously been made on pieces of cable taken from samples having similar construction to the cable included in the contract and the manufacturer produces a certificate to this effect. Similar construction means that the cable included in the contract and the cable covered by the test certificate have identical characteristics in respect of Sub-clauses 5.1.1, 5.1.2, 5.1.5, 5.1.7, 5.1.9, 5.1.10, 5.2.1 and 5.2.2.

14. Power-factor/temperature test

This test shall be made on a piece of cable at least 10 m long.

The power-factor of the insulation shall be measured at voltages of $0.5 E_0$, E_0 , $1.5 E_0$ and $2 E_0$:

- at ambient temperature,
- after the cable has been slowly heated to a maximum temperature 5°C above the maximum permissible operating temperature of the conductor, as stated under Sub-clause 5.1.9,
- immediately after cooling to ambient temperature.

Le facteur de pertes doit être en outre mesuré à E_0 à des températures d'environ 60°C et 40°C au cours du refroidissement.

Le câble doit être maintenu à chaque température jusqu'à ce qu'une répartition stable de la température ait été atteinte. La température d'essai doit être la température au point le plus chaud de l'échantillon, déterminé au moyen de thermocouples placés par intervalles le long du câble et à partir de l'augmentation de résistance du conducteur en tenant compte des différences de température entre les thermocouples et le conducteur.

Pendant toute la durée des essais, le facteur de pertes pour E_0 ne doit pas dépasser 0,005. Pour les câbles de capacité égale ou inférieure à 0,2 $\mu\text{F/km}$, l'augmentation du facteur de pertes entre 0,5 E_0 et 2 E_0 ne doit pas dépasser 0,0004 par échelon de 0,5 E_0 et l'augmentation totale du facteur de pertes entre 0,5 E_0 et 2 E_0 ne doit pas dépasser 0,0010. Pour les autres câbles, les valeurs 0,0004 et 0,0010 doivent être multipliées par le rapport:

$$\frac{\text{Capacité du câble } (\mu\text{F/km})}{0,2 \mu\text{F/km}}$$

15. Essai diélectrique de sécurité

Un échantillon d'au moins 10 m de longueur, extrémités non comprises, doit être soumis, à la température ambiante, à une tension d'essai à fréquence industrielle, appliquée entre conducteur et écran. La valeur de la tension d'essai doit être de 2,5 E_0 pour les câbles complètement imprégnés et de 2 E_0 pour les câbles incomplètement imprégnés; elle doit être appliquée pendant 24 heures sans perforation de l'isolation.

Note: D'autres modalités de l'essai diélectrique de sécurité sont à l'étude.

16. Essai mécanique et essai de tension de choc à chaud

L'essai doit consister en un essai de pliage suivi d'un essai de tension de choc intéressant le comportement de l'isolation et (pour les câbles à gaine) d'un examen physique des revêtements:

16.1 Essai de pliage

L'essai doit être effectué à une température comprise entre 10°C et 15°C, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fabricant, sur un échantillon du câble de longueur suffisante pour permettre un tour complet autour d'un mandrin d'essai.

Le diamètre du mandrin doit être:

- a) Pour les câbles à 1 conducteur sous gaine de plomb, d'alliage de plomb ou sous gaine ondulée d'aluminium 25 ($D + d$),
- b) Pour les câbles à 3 conducteurs sous gaine de plomb, d'alliage de plomb ou sous gaine ondulée d'aluminium 20 ($D + d$),
- c) Pour tous les câbles sous gaine d'aluminium non ondulée 30 ($D + d$),

D étant, pour les câbles à gaine, le diamètre extérieur de la gaine de maintien de la pression ou, pour les câbles sous tube, le diamètre extérieur du câble terminé et prêt à être introduit dans le tube et d le diamètre de l'âme ou, dans le cas d'une âme non circulaire, le diamètre de l'âme circulaire équivalente.

L'échantillon doit être enroulé autour du mandrin en faisant au moins un tour complet. Il doit être ensuite déroulé et l'opération est répétée en sens inverse. Ce cycle d'opération doit être répété trois fois pour les câbles sous gaine de plomb, alliage de plomb ou sous gaine ondulée d'aluminium, mais deux fois seulement pour les câbles sous gaine d'aluminium non ondulée.

The power-factor shall, in addition, be measured at E_0 at temperatures of about 60°C and 40°C during cooling.

The cable shall be maintained at each temperature until a stable temperature distribution is achieved. The test temperature shall be the temperature at the hottest point in the cable as determined from thermocouples placed at intervals along it and from the increase in resistance of the conductor, making due allowance for the temperature difference between the thermocouples and the conductor.

Throughout the tests, the power-factor at E_0 shall not exceed 0.005. For cables having a capacitance of 0.2 $\mu\text{F}/\text{km}$ or less, the increase in power-factor between 0.5 E_0 and 2 E_0 shall be not more than 0.0004 per step of 0.5 E_0 , and the total increase in power-factor between 0.5 E_0 and 2 E_0 shall not exceed 0.0010. For other cables, the figures 0.0004 and 0.0010 shall be multiplied by the ratio:

$$\frac{\text{Cable capacitance } (\mu\text{F}/\text{km})}{0.2 \mu\text{F}/\text{km}}$$

15. Dielectric security test

A piece of cable at least 10 m in length excluding the terminals shall be subjected at ambient temperature to a power-frequency test voltage applied between conductor and screen. The value of the test voltage shall be 2.5 E_0 for fully-impregnated cables and 2.0 E_0 for not-fully-impregnated cables, and it shall be applied for 24 hours without the occurrence of a breakdown of the insulation.

Note: Other forms of dielectric security test are under consideration.

16. Mechanical test and hot impulse-voltage test

The test shall consist of a bending test, followed by an impulse-voltage test of the behaviour of the insulation and followed (for sheathed cables) by a physical examination of the coverings.

16.1 Bending test

The bending test shall be made at a temperature between 10°C and 15°C, unless otherwise agreed between the purchaser and the manufacturer, on a piece of cable of sufficient length to provide one complete turn round the test cylinder.

The diameter of the test cylinder shall be:

- a) for single-core cables with lead, lead-alloy or corrugated aluminium sheaths 25 ($D + d$),
- b) for three-core cables with lead, lead-alloy or corrugated aluminium sheaths 20 ($D + d$),
- c) for all cables with non-corrugated aluminium sheaths 30 ($D + d$),

where D , for sheathed cables, is the external diameter of the pressure-retaining sheath or, for pipe-type cables, is the external diameter of the completed cable as it will be drawn into the pipe; and d is the diameter of the conductor or, if a non-circular conductor is concerned, the diameter of the equivalent circular conductor.

The piece of cable shall be bent round the test cylinder at least one complete turn. It shall then be unwound and the process repeated in the opposite direction. This cycle of operations shall be carried out three times if the sheath is of lead, lead-alloy or corrugated aluminium, but twice only if the sheath is of non-corrugated aluminium.

16.2 Essai de choc à chaud

L'échantillon doit être chauffé lentement jusqu'à ce que la température maximale du conducteur atteigne au moins la température maximale de service indiquée au paragraphe 5.1.9 et ne soit pas supérieure à cette température maximale plus 5°C. On entend par température maximale du conducteur la température au point le plus chaud de l'échantillon. Elle doit être déterminée par l'augmentation de la résistance du conducteur et au moyen de thermocouples placés par intervalles le long du câble en tenant compte de la différence de température entre les thermocouples et le conducteur. L'échantillon doit être maintenu à cette température d'essai pendant au moins 2 heures.

L'échantillon est ensuite soumis, à la température ci-dessus, à 10 chocs positifs et à 10 chocs négatifs appliqués entre conducteur et écran, la valeur de crête étant celle indiquée ci-dessous. La forme d'onde des essais de tension de choc doit être conforme au paragraphe 4.2. On relèvera un oscillogramme des première et dernière ondes de choc de chaque polarité à la valeur spécifiée de la tension de choc. Au cours de cet essai, il ne doit pas se produire de perforation de l'isolation.

La valeur de crête de la tension d'essai de choc doit être calculée à partir de la formule suivante :

$$\text{Tension d'essai } E_p = (6 E_o + 40) \text{ kV}$$

Cependant, lorsque le câble est relié à une ligne aérienne et est si court que la tension de choc maximale susceptible de se produire sur lui est supérieure à $(6 E_o + 40)$ kV, la valeur de crête de la tension d'essai doit alors être égale à la tension de choc spécifiée dans la Publication 71 de la C.E.I., Recommandations pour la coordination de l'isolement, pour les appareils reliés au câble, à moins que l'acheteur et le fabricant ne déterminent d'un commun accord une valeur d'essai différente dans chaque cas particulier.

Après l'essai de choc, l'échantillon doit être soumis à la température ambiante pendant 15 minutes à un essai diélectrique à fréquence industrielle. La valeur de la tension d'essai doit être de $(1,73 E_o + 10)$ kV. Il ne doit pas se produire de perforation de l'isolation.

16.3 Examen (pour les câbles à gaine)

Après l'essai diélectrique d'un câble à gaine, on dépouille et on examine un échantillon d'environ 1 m de longueur prélevé sur le milieu du morceau de câble qui a subi l'essai. La gaine métallique, les rubans de renforcement et les revêtements protecteurs sur la gaine ne doivent pas être sérieusement endommagés.

17. Essai mécanique et examen physique

Cet essai n'est pas une variante de l'essai décrit à l'article 16; son exécution, qui dépend de l'accord préalable entre l'acheteur et le fabricant, n'est prévue que dans les cas où le fabricant est en mesure de donner un certificat acceptable par l'acheteur et montrant qu'un échantillon de même construction a satisfait avec succès à l'essai décrit à l'article 16 dans son intégralité.

L'essai doit comprendre un essai de pliage suivi d'un examen physique du câble.

17.1 Essai de pliage

Cet essai doit être effectué dans les conditions indiquées au paragraphe 16.1.

17.2 Examen de la gaine, des rubans de renforcement et des revêtements protecteurs des câbles à gaine

Après l'essai de pliage d'un câble à gaine, on dépouille et on examine un échantillon d'environ 1 m de longueur, prélevé sur le milieu du morceau de câble qui a subi l'essai. La gaine, les rubans de renforcement et les revêtements protecteurs sur la gaine ne doivent pas être sérieusement endommagés.

16.2 *Impulse-voltage test*

The piece of cable shall be heated slowly to a maximum conductor temperature not less than the maximum permissible operating temperature declared under Sub-clause 5.1.9 and not greater than the maximum permissible operating temperature plus 5°C. The maximum conductor temperature is understood to be the temperature at the hottest point in the cable, and it shall be determined from the increase in resistance of the conductor and from thermocouples placed at intervals along the cable, making due allowance for the temperature difference between the thermocouples and the conductor. The cable shall be maintained at this test temperature for at least 2 hours.

The piece of cable shall then be subjected at the above temperature to 10 positive and 10 negative voltage impulses applied between conductor and screen, the peak value being as specified below. The waveform of the impulse test voltages shall comply with Sub-clause 4.2. A photographic record shall be made of the first and last impulse waveform of each polarity at the specified impulse level. During this test, no breakdown of the insulation shall occur.

The peak value of the impulse test voltage shall be calculated from the following formula:

$$\text{Test voltage } E_p = (6 E_o + 40) \text{ kV}$$

When, however, the cable is to be connected to an overhead line and is so short that the maximum impulse voltage liable to take place in it is higher than $(6 E_o + 40)$ kV, then the peak value of the test voltage shall be equal to the impulse withstand voltage specified in I.E.C. Publication 71, Recommendations for insulation co-ordination, for the equipment connected to the cable, unless a different test value is agreed case by case between the purchaser and the manufacturer.

After the impulse test, the sample shall be subjected at ambient temperature for 15 minutes to a power-frequency high-voltage test. The value of the test voltage shall be $(1.73 E_o + 10)$ kV. No breakdown of the insulation shall occur.

16.3 *Examination (for sheathed cables)*

After the high-voltage test on a sheathed cable, a specimen about 1 m in length, taken from the middle of the piece of cable that has been tested, shall be dismantled and examined. The metal sheath, reinforcing tapes and protective coverings over the sheath shall not be seriously damaged.

17. **Mechanical test and physical examination**

This test is not an alternative to the test described in Clause 16 and it is intended to be performed only by agreement between the purchaser and the manufacturer in those cases where the manufacturer is able to produce a certificate acceptable to the purchaser, showing that a cable of similar construction has satisfactorily passed the test described in Clause 16 in its entirety.

The test shall consist of a bending test followed by a physical examination of the cable.

17.1 *Bending test*

The bending test shall be carried out as described in Sub-clause 16.1.

17.2 *Examination of sheath, reinforcing tapes and protective coverings of sheathed cables*

After the bending test on a sheathed cable, a specimen about 1 m in length, taken from the middle of the piece of cable that has been tested, shall be dismantled and examined. The sheath, reinforcing tapes and protective coverings over the sheath shall not be seriously damaged.

17.3 Examen de l'isolation (Essai facultatif, effectué uniquement à titre d'information)

Après entente préalable entre l'acheteur et le fabricant, on peut suivre la procédure suivante pour vérifier qu'il ne s'est pas produit de déformation appréciable de l'isolation au cours de l'essai de pliage. Cet examen ne doit être effectué qu'à titre d'information et la non-conformité à ce paragraphe ne doit pas être une cause de rejet du câble.

On prélève sur le centre de la portion d'un câble qui a été soumise au pliage le plus intense au cours de l'essai, trois échantillons de câble voisins d'environ 30 cm de longueur chacun.

On effectue des mesures de déformation sur l'échantillon milieu avant de le dépouiller. Puis on le coupe soigneusement de façon que ses extrémités aient une surface lisse et perpendiculaire à l'axe du câble. Le câble est considéré comme non satisfaisant si l'épaisseur minimale de l'isolation, mesurée à chaque extrémité de l'échantillon, est inférieure à 80 % de l'épaisseur spécifiée ou de l'épaisseur moyenne mesurée sur un échantillon non plié prélevé tout près de la partie pliée.

On dépouille alors les trois échantillons de leurs revêtements protecteurs, rubans de renforcement et de la gaine. On retire l'isolation, pas plus de cinq rubans à la fois, et on l'examine soigneusement pour vérifier les détériorations, en particulier les déchirures du papier, une déchirure étant définie comme une séparation partielle dépassant 6 mm de longueur dans un seul ruban. A cet effet, les rubans spéciaux tels que les rubans semi-conducteurs et les rubans d'écran sont considérés comme des rubans isolants. Le câble est considéré comme non satisfaisant s'il y a plus de deux rubans adjacents déchirés au même point, ou si le nombre total de rubans déchirés sur une longueur quelconque de 30 cm d'isolation du conducteur sur les 90 cm du câble examinés est supérieur à deux pour dix rubans consécutifs. Pour appliquer ce dernier critère, il est nécessaire de respecter l'ordre initial des trois échantillons quand on les dépouille.

18. Essai mécanique du renforcement des câbles à gaine

Pour les câbles à gaine, l'échantillon soumis aux essais doit consister en au moins 5 m de câble, munis d'extrémités appropriées et placés à l'intérieur à l'abri du rayonnement solaire direct. L'aménagement des extrémités pour l'essai doit comprendre également celui du renforcement du câble, effectué conformément à la pratique normale pour les accessoires.

L'échantillon doit être mis sous une pression interne égale à deux fois la pression de fonctionnement maximale prévue spécifiée au paragraphe 5.1.10.

L'échantillon doit alors être laissé au repos pendant au moins 24 heures, après quoi la pression doit être, si nécessaire, réglée à nouveau à la valeur ci-dessus et la source de pression isolée, en laissant des manomètres raccordés aux deux extrémités de l'échantillon de câble. Les lectures de la pression, corrigées pour tenir compte de la température ambiante, doivent être faites régulièrement au moins deux fois par jour pendant les 7 jours qui suivent. Il ne doit pas se produire de fuite pendant toute cette période de 7 jours.

SECTION QUATRE — ESSAIS SUR ACCESSOIRES

19. Généralités

Les essais spécifiés aux articles 20 à 24 inclus sont effectués sur les bases suivantes:

<i>Nombre d'accessoires</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>
3 à 50	1
51 à 100	2
101 à 150	3
etc.	

17.3 *Examination of insulation (Optional test, for information only)*

By agreement between the purchaser and the manufacturer, the following procedure may be followed to check that no appreciable deformation of the insulation has occurred during the bending test. This examination shall be for information only, and failure to comply with this sub-clause shall not lead to rejection of the cable.

Three adjacent specimens of cable, each approximately 30 cm long, are cut from the centre of that portion of the cable which has been subjected to the most bending during the test.

Deformation measurements are made on the central specimen before it is dissected. This specimen is carefully cut so that the ends are smooth and perpendicular to the axis of the cable. The cable is considered unsatisfactory if the minimum thickness of insulation, measured at each end of the specimen, is less than 80 per cent of the specified thickness or of the average thickness measured on an unbent specimen cut from the cable close to the piece that has been bent.

All three specimens are then stripped of protective coverings, reinforcing tapes and sheath. The insulation is removed, not more than five tapes at a time, and carefully examined for damage, particularly tears in the paper, a tear being defined as a partial separation exceeding 6 mm in length in a single tape. For this purpose special tapes, such as semiconducting and shielding tapes, are regarded as insulating tapes. The cable is considered unsatisfactory if there are more than two adjacent tapes torn at the same spot, or if the total number of tapes torn in any 30 cm of conductor insulation in the 90 cm of cable examined exceeds two in any ten consecutive tapes. To apply this latter criterion, it is necessary to preserve the original sequence of the three specimens when dissecting them.

18. **Mechanical test on reinforcement of sheathed cables**

For sheathed cables, the test sample shall consist of at least 5 m of cable, suitably terminated and situated indoors away from the direct sunlight. Within the test termination the cable reinforcement shall be terminated as in normal accessory practice.

The test sample shall be pressurized to an internal pressure equal to twice the design maximum operation pressure as stated under Sub-clause 5.1.10.

The sample shall then be left undisturbed for a period of at least 24 hours, after which the pressure shall be readjusted if necessary to the above value and the source of pressure removed, pressure gauges being left connected to both ends of the cable sample. Readings of pressure, corrected for ambient temperature, shall be taken regularly at least twice a day for the next 7 days. No leakage shall occur throughout this 7-day period.

SECTION FOUR — TESTS ON ACCESSORIES

19. **General**

The tests specified in Clauses 20 to 24 inclusive shall be made on the following basis:

<i>Number of accessories</i>	<i>Number of samples</i>
3 to 50	1
51 to 100	2
101 to 150	3
etc.	

Les essais décrits aux articles 25 et 26 ne doivent pas être exécutés pour toutes les fournitures, mais une seule fois pour chaque modèle de jonction ou d'extrémité. Les deux essais (conformes aux articles 25 et 26) peuvent être effectués sur le même échantillon.

La longueur de câble utilisée pour les essais doit normalement être un échantillon du câble auquel les accessoires sont destinés dans l'installation; ce peut être cependant un câble de tension supérieure, si l'acheteur et le fabricant en conviennent. Dans le premier cas, les essais doivent être considérés comme valables à la fois pour le câble et les accessoires, à condition que la longueur de câble ait déjà subi l'essai de pliage décrit au paragraphe 16.1 et qu'elle ait au moins 5 m entre les extrémités des accessoires adjacents.

Ces essais sur l'ensemble comprenant le câble et les accessoires doivent être effectués dans des conditions (d'ambiance) sèches et la pression de gaz doit être réglée à la valeur minimale indiquée au paragraphe 5.1.10.

20. Essai des jonctions et extrémités étanches

Chaque jonction et chaque extrémité étanche doivent subir un essai hydraulique de 15 minutes sous deux fois la pression de gaz maximale de service. On doit ensuite les charger avec de l'air ou de l'azote à la pression de gaz maximale de service spécifiée au paragraphe 5.1.10 et maintenir cette pression à la température ambiante pendant au moins 24 heures. En aucun cas il ne doit y avoir de fuite indiquée au manomètre.

21. Régulateurs de gaz

On doit essayer chaque régulateur en le raccordant à une bouteille de gaz et en le réglant pour obtenir une pression de sortie dépassant de 25 % la pression normale de gaz spécifiée au paragraphe 5.1.10. Après une période de 120 heures, la pression tant du côté haute pression que basse pression du régulateur doit indiquer qu'il n'y a pas eu de fuite. La bouteille de gaz doit être isolée du régulateur au cours de cette période.

22. Soupapes de sûreté

Chaque soupape de sûreté doit être mise en fonction dix fois avec la pression d'azote et doit indiquer chaque fois une pression de décharge supérieure à la pression maximale de fonctionnement du système spécifiée au paragraphe 5.1.10, mais ne dépassant pas cette valeur de plus de 3,5 kg/cm².

23. Manomètres

Chaque manomètre, monté dans un plan vertical, doit être essayé à une température de $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sur toute l'étendue de son cadran, en faisant des lectures tant en remontant qu'en descendant la graduation. L'erreur sur l'indication de la pression, qu'elle monte ou descende, en tout point compris entre 10 % et 90 % de la longueur maximale de l'échelle, ne doit pas dépasser 1 % de la longueur maximale de l'échelle et pour le reste de l'échelle, 1,5 % de cette longueur.

Après l'essai ci-dessus, la pression doit être portée à une valeur supérieure de 25 % à la valeur maximale de l'échelle, puis ramenée à zéro.

On doit alors essayer à nouveau le manomètre pour vérifier sa précision en suivant la méthode spécifiée au premier alinéa du présent article.

The tests described in Clauses 25 and 26 shall not be carried out for every contract, but once for each particular design of joint or sealing end. Both tests (according to Clauses 25 and 26) may be carried out on the same sample.

The cable length used for testing shall normally be a sample of the cable with which the accessories will be associated in the field installation; it may be, however, a cable of higher voltage rating if so agreed by the purchaser and the manufacturer. In the first case, the tests shall be considered valid both for the cable and accessories, provided the cable sample has previously been subjected to the bending test described in Sub-clause 16.1 and the length of cable between the ends of the adjacent accessories is not less than 5 m.

These tests on the assembly consisting of cable and accessories shall be carried out under dry (ambient) conditions and the gas pressure shall be adjusted to the minimum value as declared under Sub-clause 5.1.10.

20. Cable-joint and sealing-end carcasses

Each cable-joint and sealing-end carcass shall be tested hydraulically for 15 minutes at twice the maximum operating gas pressure. It shall then be charged with air or nitrogen gas to the maximum operating gas pressure declared under Sub-clause 5.1.10 which shall be maintained, at ambient temperature, for not less than 24 hours. In neither case shall there be any leakage as indicated by gauge.

21. Gas regulators

Each regulator shall be tested by connecting it to a gas cylinder and adjusting it to give an output pressure 25 per cent in excess of the normal gas pressure as declared under Sub-clause 5.1.10. After a period of 120 hours, the pressure on both the low and high pressure sides of the regulator shall show that there has been no leakage. The gas cylinder shall be shut off from the regulator during this period.

22. Safety valves

Each safety valve shall be operated ten times with nitrogen gas pressure and each time shall show relief pressure greater than the maximum system operating pressure specified in Sub-clause 5.1.10, but not more than 3.5 kg/cm² above this value.

23. Pressure gauges

Each gauge, erected in a vertical plane, shall be tested at a temperature of $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ over its entire scale, with readings taken both up and down the scale. The error in pressure indication, with either increasing or decreasing pressure, at any point above 10 per cent and below 90 per cent of the maximum scale graduation, shall not exceed 1 per cent of the maximum scale graduation and, for the rest of the scale, $1\frac{1}{2}$ per cent of the maximum scale graduation.

After the above test, the pressure shall be raised to a value 25 per cent above the maximum scale reading and then released to zero.

The gauge shall then be retested for accuracy in accordance with the procedure specified in the first paragraph of this clause.

24. Manomètres avertisseurs

Les pressions de déclenchement des manomètres à contact électrique doivent être vérifiées; elles ne doivent pas différer de plus de $\pm 5\%$ des réglages nominaux.

25. Essai de sécurité diélectrique

L'essai doit être fait comme il est spécifié à l'article 15. Il ne doit se produire de perforation en aucun point de l'ensemble ni de contournement des extrémités étanches.

26. Essai de choc

L'essai doit être effectué comme il est spécifié au paragraphe 16.2, en réglant la température au point le plus chaud de l'échantillon du câble, et non de l'accessoire. Il ne doit se produire de perforation en aucun point de l'ensemble ni de contournement des extrémités étanches. Les électrodes ou anneaux de garde peuvent être retirés pour l'essai.

Note: Des essais d'extrémités sous pluie artificielle sont à l'étude.

SECTION CINQ — ESSAIS APRÈS POSE

27. Généralités

A l'achèvement du contrat, l'installation complète doit être soumise aux essais mécaniques et électriques décrits dans les articles 28 à 31 inclus.

28. Essai pneumatique

Note: L'essai suivant ne convient qu'aux câbles à gaine. Des essais pour les câbles sous tube sont à l'étude.

La pression de gaz dans chaque circuit complet et dans les accessoires correspondants doit être portée à la valeur maximale de service spécifiée au paragraphe 5.1.10 et maintenue à cette valeur pendant 7 jours, puis on réduit la pression à la valeur normale de service spécifiée au paragraphe 5.1.10. Après stabilisation à cette valeur, on isole le circuit et on le laisse dans cette situation pendant une autre période de 7 jours. Au cours de toute la durée de l'essai, il ne doit pas se manifester de fuite de gaz.

29. Essai diélectrique

Après l'essai pneumatique décrit à l'article 28 ou, dans le cas des câbles sous tube, après avoir réglé la pression de gaz à la valeur normale spécifiée au paragraphe 5.1.10, on doit essayer le circuit du câble en courant continu; il doit supporter une tension égale à $4 E_0$ appliquée entre chaque conducteur et écran pendant 15 minutes.

En variante, après entente préalable entre l'acheteur et le fabricant, l'essai peut être effectué en courant alternatif, avec une tension de $1,73 E_0$ appliquée pendant 15 minutes.

30. Mesure de la résistance du conducteur (*Essai facultatif, effectué uniquement à titre d'information*)

Sur demande de l'acheteur, la résistance du conducteur doit être mesurée et ramenée à 20°C .

31. Essais des revêtements anti-corrosion

A l'étude.

24. Alarm pressure gauges

The tripping pressures of the electric contact gauge shall be checked and shall not vary more than ± 5 per cent from the nominal settings.

25. Dielectric security test

The test shall be made as specified in Clause 15. No breakdown in any part of the test assembly or flashover of the sealing ends shall occur.

26. Impulse-voltage test

The test shall be made as specified in Sub-clause 16.2, the temperature at the hottest point of the cable sample being controlled and not that of the accessory. No breakdown in any part of the test assembly or flashover of the sealing ends shall occur. Arcing horns or rings may be removed for the test.

Note: Tests on terminations under artificial rain are under consideration.

SECTION FIVE — TESTS AFTER INSTALLATION

27. General

On completion of the contract, the complete installation shall be subjected to the mechanical and electrical tests described in Clauses 28 to 31 inclusive.

28. Pneumatic test

Note: The following test is suitable only for sheathed cables. Tests for pipe-type cables are under consideration.

The gas pressure in each complete circuit and its associated accessories shall be raised to the maximum operating pressure as declared under Sub-clause 5.1.10 and maintained at this pressure for 7 days, when the pressure shall be reduced to the normal operating pressure declared under Sub-clause 5.1.10. After stabilization at this pressure, the circuit shall be sealed off and left undisturbed for a further 7 days. During the whole of this test there shall be no evidence of gas leakage.

29. High-voltage test

After the pneumatic test described in Clause 28 or, for pipe-type cables, after the gas pressure has been adjusted to the normal value declared under Sub-clause 5.1.10, the cable circuit shall be tested with direct current and shall withstand a voltage equal to $4 E_0$ applied between each conductor and screen for a period of 15 minutes.

Alternatively, by agreement between the purchaser and the manufacturer, the test may be made with an alternating voltage of $1.73 E_0$ applied for 15 minutes.

30. Conductor resistance test (*Optional test, for information only*)

When required by the purchaser, the conductor resistance shall be measured and corrected to 20°C.

31. Tests on corrosion resistant coverings

Under consideration.

ICS 29.060.20
