

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 96-1

Deuxième édition — Second edition

1962

Câbles pour fréquences radioélectriques

Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure

Radio-frequency cables

Part 1: General requirements and measuring methods



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 96-1

Deuxième édition — Second edition

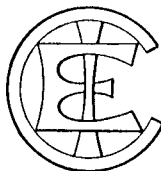
1962

Câbles pour fréquences radioélectriques

Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure

Radio-frequency cables

Part 1: General requirements and measuring methods



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Page
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
DOMAINE D'APPLICATION	8
OBJET	8
 1. GÉNÉRALITÉS	
1.1 Explications et définitions des termes	10
1.2 Essais d'approbation de type et essais de production	12
1.3 Construction des câbles	14
1.4 Conditions atmosphériques normales d'essai	16
 2. ESSAIS ÉLECTRIQUES	
2.1 Résistivité du (ou des) conducteurs intérieurs	16
2.2 Rigidité diélectrique de l'âme	18
2.3 Résistance d'isolement	18
2.4 Rigidité diélectrique de la gaine	18
2.5 Essai de décharge	20
2.6 Capacité et déséquilibre de capacité	22
2.7 Vitesse de propagation relative	22
2.8 Impédance caractéristique	24
2.9 Uniformité de l'impédance	24
2.10 Exposant d'affaiblissement	24
2.11 Déséquilibre de transmission	24
2.12 Efficacité d'écran	24
 3. ESSAIS CHIMIQUES	24
 4. ESSAIS CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE	
4.1 Stabilité en capacité	26
4.2 Stabilité en affaiblissement	26
4.3 Essais de stabilité thermique	28
4.3.1 Essai à haute température	28
4.3.2 Essai à basse température	30
4.4 Essai de fluage	30
4.5 Résistance aux rayons ultra-violets	32
4.6 Stabilité dimensionnelle	32
 5. MARQUAGE	
5.1 Couleur de la gaine	32
5.2 Indication de type	32
5.3 Numérotation de type	32
 ANNEXE — MÉTHODES DE MESURE ADDITIONNELLES	
101. Impédance caractéristique	34
102. Uniformité d'impédance	36
103. Essais de décharge (Corona)	40
104. Affaiblissement	46
105. Efficacité d'écran	52
106. Déséquilibre de transmission	56
Figures	60-65

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SCOPE	9
OBJECT	9
 1. GENERAL	
1.1 Explanations and definitions	11
1.2 Type acceptance and production tests	13
1.3 Cable construction	15
1.4 Standard atmospheric conditions for testing	17
 2. ELECTRICAL TESTS	
2.1 Resistivity of inner conductor(s)	17
2.2 Dielectric strength of core	19
2.3 Insulation resistance	19
2.4 Dielectric strength of sheath	19
2.5 Discharge test	21
2.6 Capacitance and capacitance unbalance	23
2.7 Velocity ratio	23
2.8 Characteristic impedance	25
2.9 Uniformity of impedance	25
2.10 Attenuation constant	25
2.11 Transmission unbalance	25
2.12 Screening efficiency	25
 3. CHEMICAL TESTS	25
 4. CLIMATIC AND MECHANICAL ROBUSTNESS TESTS	
4.1 Capacitance stability	27
4.2 Attenuation stability	27
4.3 Thermal stability tests	29
4.3.1 High temperature test	29
4.3.2 Low temperature test	31
4.4 Flow test	31
4.5 Resistance to ultra-violet rays	33
4.6 Dimensional stability	33
 5. MARKING	
5.1 Colour of the sheath	33
5.2 Type indication	33
5.3 Type number	33
 APPENDIX — ADDITIONAL MEASURING METHODS	
101. Characteristic impedance	35
102. Uniformity of impedance	37
103. Discharge test (Corona test)	41
104. Attenuation	47
105. Screening efficiency	53
106. Transmission unbalance	57
Figures	61–65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES

PREMIÈRE PARTIE

PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES ET MÉTHODES DE MESURE

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.
- 5) La C.E.I. n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PRÉFACE

Les présentes recommandations ont été établies par le Sous-Comité 40-2: Lignes de transmission pour fréquences radioélectriques et leurs accessoires (remplacé maintenant par le Sous-Comité 46A: Câbles pour fréquences radioélectriques et leurs accessoires).

Ces recommandations sont éditées en deux parties:

Première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure.

Deuxième partie: Spécifications particulières de câbles.

Le présent fascicule contient la première partie: Prescriptions générales et méthodes de mesure.

La deuxième partie: Spécifications particulières de câbles, fait l'objet de la Publication 96-2 de la C.E.I.

La deuxième édition de la première partie se distingue de la première édition parue en 1958 par certaines modifications apportées aux prescriptions des articles 4.3.1.3, Essai à haute température et 5.3, Numérotation de type, conformément aux décisions ultérieures du Comité, et par l'introduction d'une annexe concernant les méthodes de mesure additionnelles. A l'origine, il était prévu que l'annexe serait éditée séparément. Toutefois, la première édition devant être réimprimée, on a profité de cette occasion pour grouper l'annexe et la première partie dans le même fascicule.

La publication fut discutée dans ses grandes lignes lors de la réunion de Lugano, en avril 1954, et à Philadelphie, en septembre 1954. Un nouveau projet relatif à la première partie fut ensuite établi et discuté en détail à Londres, en juillet 1955. Au cours de cette réunion, le projet fut accepté pour être soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois; il fut diffusé en janvier 1956.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RADIO-FREQUENCY CABLES

PART 1

GENERAL REQUIREMENTS AND MEASURING METHODS

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.
- 5) The I.E.C. has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

These recommendations have been prepared by Sub-Committee 40-2: R.F. transmission lines and their accessories (now superseded by Sub-Committee 46A: R.F. cables and their accessories).

The recommendations are issued in two parts, viz.

Part 1: General requirements and measuring methods.

Part 2: Relevant cable specifications.

The present booklet contains Part 1: General requirements and measuring methods.

Part 2: Relevant cable specifications, is issued as I.E.C. Publication 96-2.

This second edition of Part 1 differs from the first edition, issued in 1958, in that the requirements of Clauses 4.3.1.3, High temperature test and 5.3, Type number, have been altered in accordance with later decisions of the Committee and that the Appendix on additional measuring methods has been added. It was originally the intention that this Appendix would be issued separately, but the need for reprinting the first edition has enabled it to be combined under the same cover as the original Part 1.

The general outline of the recommendations was first discussed at a meeting held in Lugano in April 1954 and in Philadelphia in September 1954. A new draft for Part 1 was prepared, which was given full consideration at a meeting held in London in July 1955. During that meeting a draft was accepted for submission to the National Committees for approval under the Six Months' Rule, circulation taking place in January 1956.

Aucun vote défavorable ne fut reçu, mais quelques pays présentèrent des observations qui furent examinées à Munich, en juillet 1956. Quelques amendements adoptés au cours de cette réunion furent soumis à tous les Comités nationaux pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la première partie des Recommandations:

Allemagne	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Italie	

Les travaux relatifs à la préparation de l'annexe concernant les méthodes de mesure additionnelles débordèrent légèrement l'établissement de la première partie et des projets furent discutés lors de réunions tenues à Munich en juillet 1956 et à Stockholm en juillet 1958. Au cours de cette dernière réunion, un projet fut accepté pour être soumis à l'approbation des Comités nationaux; il fut diffusé en avril 1959.

Un seul vote défavorable fut enregistré, mais quelques pays présentèrent des observations qui furent examinées lors d'une réunion tenue à Ulm en octobre 1959. Quelques amendements adoptés au cours de cette réunion furent soumis à tous les Comités nationaux pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois en avril 1960.

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

Allemagne	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Danemark	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
France	Suède
Hongrie	Suisse
Italie	Tchécoslovaquie
Japon	

No unfavourable votes were received but some countries submitted comments which were considered at a meeting held in Munich in July 1956. A few amendments that were adopted during that meeting were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 1:

Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
France	United Kingdom
Germany	United States of America
Italy	

The work of preparing the Appendix on additional measuring methods overlapped slightly the preparation of Part 1, and drafts were discussed at the meeting held in Munich in July 1956, and at a meeting held in Stockholm in July 1958. At the latter meeting, a draft was accepted for submission to the National Committees for approval under the Six Months' Rule, circulation taking place in April 1959.

Only one unfavourable vote was received, but some countries submitted comments which were considered at a meeting held in Ulm in October 1959. A few amendments which were adopted during that meeting were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in April 1960.

The following countries voted explicitly in favour of publication of the Appendix:

Belgium	Netherlands
Czechoslovakia	Norway
Denmark	Romania
France	Sweden
Germany	Switzerland
Hungary	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

CÂBLES POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES

PREMIÈRE PARTIE: PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES ET MÉTHODES DE MESURE

Cette publication devra être utilisée conjointement avec la Publication 68 de la C.E.I.: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées.

Pour les valeurs des impédances caractéristiques et des dimensions normalisées, voir la Publication 78 de la C.E.I.

DOMAINE D'APPLICATION

Ces recommandations se rapportent aux câbles coaxiaux flexibles, ou semi-flexibles, ainsi qu'aux conducteurs du type jumelé (ou en paires) pour fréquences radioélectriques destinés à être utilisés dans les équipements de radio-communication, et dans les systèmes électroniques utilisant des techniques similaires. Le diélectrique de ces câbles peut être du type massif, aéré ou semi-aéré et réalisé avec un diélectrique constitué par une résine thermoplastique polymérisée, à faibles pertes, un mélange thermodurcissable ou une matière minérale.

OBJET

Ces recommandations ont pour objet d'établir des conditions uniformes d'appréciation des propriétés électriques, climatiques et mécaniques des câbles utilisés aux fréquences radioélectriques et de décrire des méthodes d'essais.

Note. — La composition et les caractéristiques de chaque type de câble sont prescrites dans la deuxième partie de ces recommandations.

RADIO-FREQUENCY CABLES

PART 1: GENERAL REQUIREMENTS AND MEASURING METHODS

This Publication shall be used in conjunction with I.E.C. Publication 68: Basic Climatic and Mechanical Robustness Testing Procedure for Components.

For standard characteristic impedances and dimensions, see I.E.C. Publication 78.

SCOPE

These Recommendations relate to flexible or semi-flexible radio-frequency cables of coaxial or twin conductor types designed for use in radio-communication equipment and in electronic devices employing similar techniques. The dielectric may be of solid, air-spaced, or semi-airspaced types, consisting of a thermoplastic of low-loss polymeric resin or of a thermosetting compound, or of a mineral material.

OBJECT

To establish uniform requirements for judging the electrical, climatic and mechanical properties of radio-frequency cables and to describe test methods.

Note. — Part 2 of these Recommendations lays down the construction and characteristics for each type of cable.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 Explications et définitions

1.1.1 Explication des termes descriptifs

1.1.1.1 Câbles à diélectrique massif

Ce terme est appliqué aux câbles dans lesquels tout l'espace compris entre le ou les conducteurs intérieurs et le conducteur extérieur (ou l'écran) est substantiellement rempli par un diélectrique massif. Le diélectrique peut être homogène ou composite, c'est-à-dire constitué de deux ou plusieurs couches adhérentes de propriétés différentes.

1.1.1.2 Câbles aérés

Ce terme est appliqué aux câbles dans lesquels le diélectrique est l'air, excepté pour quelques portions occupées par des espaceurs d'isolation, disposés sur le conducteur intérieur à intervalles réguliers, ou de rubans et/ou de fils appliqués en hélice. Une des caractéristiques de ce type de câble est qu'en dehors des espaceurs il est possible de passer du ou des conducteurs intérieurs au conducteur extérieur (ou écran), sans traverser une couche de diélectrique massif.

1.1.1.3 Câbles semi-aérés

Ce terme est appliqué aux câbles dans lesquels le mode d'isolation est intermédiaire entre l'isolation aérée et l'isolation massive et diffère de la précédente en ce qu'il est impossible de passer du ou des conducteurs intérieurs au conducteur extérieur ou à l'écran sans passer à travers au moins une couche de diélectrique massif.

1.1.1.4 Conducteurs des câbles pour fréquences radioélectriques

Les conducteurs intérieurs et extérieurs des câbles pour fréquences radioélectriques sont ceux qui connectés à la source de fréquence radioélectrique, ont essentiellement pour but la transmission effective d'un signal. Un écran est un recouvrement conducteur appliqué autour du câble dans le but de réduire le champ électromagnétique extérieur du câble dû aux courants traversant le ou les conducteurs intérieurs. Lorsque ce recouvrement est séparé du conducteur extérieur (s'il en existe un) par un matériau isolant il est dénommé « écran isolé ». Il devra être rappelé que le conducteur extérieur d'un câble coaxial possède, de lui-même, les propriétés d'un écran.

1.1.1.5 Vitesse de propagation relative

La vitesse de propagation relative est définie comme le rapport de la vitesse de propagation dans le câble à la vitesse de propagation dans l'espace libre.

Nota. — Pour la valeur de la vitesse de propagation dans l'espace libre on prendra : 299 778 km/s.

1.1.1.6 Affaiblissement

L'affaiblissement par unité de longueur est défini comme le décrement logarithmique de la puissance transmise. L'affaiblissement est exprimé en décibels par mètre et il sera donné à une température du câble de 20°C.

1. GENERAL

1.1 Explanations and definitions

1.1.1 Explanations of descriptive terms

1.1.1.1 *Cables with solid dielectric*

This term is applied to cables in which all the space between the inner conductor(s) and the outer conductor (or screens) is substantially filled by solid dielectric. The dielectric may be either homogeneous or composite, the latter comprising two or more concentric adhering layers having different properties.

1.1.1.2 *Air-spaced cables*

This term is applied to cables in which the dielectric is air except for that portion occupied by insulating spacers assembled on the inner conductor at regular intervals or helically applied tapes and/or threads. It is characteristic of this type of cable that, outside the spacers, it is possible to pass from the inner conductor(s) to the outer conductor (or screen) without passing through a layer of solid dielectric.

1.1.1.3 *Semi-air-spaced cables*

This term is applied to cables in which the dielectric is intermediate between that of air-spaced cables and of cables with solid dielectric and which differ from the preceding in that it is impossible to pass from the inner conductor(s) to the outer conductor (or screen) without passing through at least one layer of solid dielectric.

1.1.1.4 *Conductors of r.f. cables*

The inner and outer conductors of an r.f. cable are those conductors which have to be connected to the radio-frequency source and which are essential for the effective transmission of a signal. A screen is a conductive covering applied around the cable for the purpose of reducing the electromagnetic field outside the cable due to currents flowing in the inner conductor or conductors. Where this covering is separated from the outer conductor (if present) by an insulating material it is called an "insulated screen". It should be recognized that the outer conductor of a coaxial cable has inherent screening properties.

1.1.1.5 *Velocity ratio*

The velocity ratio is defined as the ratio of the velocity of propagation in the cable to the velocity of propagation in free space.

Note. — The velocity of propagation in free space can be taken as 299 778 km/s.

1.1.1.6 *Attenuation*

Attenuation per unit of length is defined as the logarithmic decrement in transmitted power. The attenuation shall be expressed in decibels per metre and it shall be given at a cable temperature of 20°C.

1.1.1.7 Puissance nominale

La puissance nominale d'un câble pour fréquences radioélectriques à chaque fréquence déterminée peut être considérée comme la puissance pouvant être appliquée d'une façon permanente à l'entrée du câble, quand il est terminé sur son impédance caractéristique, à une température ambiante de 40°C et pour laquelle le maximum de température admissible pour le conducteur intérieur ne sera pas dépassé. Le maximum de température admissible pour le conducteur intérieur dépend de la plus haute température permise pour le matériau d'isolation et il doit être en accord avec les indications données ci-dessous:

Matériau d'isolation	Maximum de température du conducteur intérieur
Polyéthylène	85°C
Polytétrafluoroéthylène	200°C

Nota 1. — D'autres puissances nominales sont applicables pour des valeurs de la température ambiante différant de 40°C et pour des conditions spéciales. Elles doivent être indiquées par le constructeur sur demande du client.

Nota 2. — Pour les matériaux isolants non mentionnés dans cette clause, le maximum de température admissible pour le conducteur intérieur doit être donné dans la spécification particulière du câble considéré.

Nota 3. — Pour les câbles destinés à travailler à des températures plus élevées, la température maximum d'utilisation devra être indiquée dans la spécification particulière du câble considéré.

1.1.2 Définition des paramètres techniques

1.1.2.1 Angle de tressage

L'angle de tressage est défini par:

$$\Theta = \arctan \frac{\pi D}{L}$$

D = diamètre moyen de la tresse (= diamètre sur diélectrique + 2 d_w).

d_w = diamètre du fil de tresse ou épaisseur du ruban de tresse.

L = pas de la tresse.

1.1.2.2 Facteur de recouvrement

Le facteur de recouvrement est défini par:

$$\frac{mw}{2\pi D} \left(1 + \frac{\pi^2 D^2}{L^2}\right)^{\frac{1}{2}} \text{ qui peut s'exprimer par } \frac{mw}{2L \sin \Theta}$$

Pour une tresse en ruban: w = largeur du ruban

Pour une tresse en fils: $w = n d_w$

Avec D = diamètre moyen de la tresse (= diamètre sur diélectrique + 2 d_w)

d_w = diamètre du fil de tresse ou épaisseur du ruban

L = pas de la tresse, égal à $\frac{m}{2P}$ (P = points par unité de longueur)

m = nombre total de fuseaux

n = nombre de brins de fils par fuseau.

1.2 Essais d'approbation de type et essais de production

Les essais d'approbation de type sont ceux qui sont faits pour déterminer si un type de câble tient les performances requises de la spécification particulière.

Les essais de production sont ceux qui sont à exécuter par le fabricant sur le câble, avant sa livraison, pour s'assurer que les propriétés principales du câble sont conservées.

1.1.1.7 Power rating

The power rating of an r.f. cable at any specified frequency shall be considered as the input power which may be handled continuously by the cable when terminated by its characteristic impedance, at an ambient temperature of 40°C, whereby the maximum temperature of the inner conductor shall not be exceeded. The maximum temperature of the inner conductor depends upon the highest allowable temperature of the insulating material and it shall be in accordance with the figures given below:

<i>Insulating material</i>	<i>Maximum temperature of inner conductor</i>
Polyethylene	85°C
Polytetrafluorethylene	200°C

Note 1. — Other power ratings are applicable for ambient temperatures other than 40°C and special conditions. These shall be supplied by the manufacturer upon request of the customer.

Note 2. — For insulating materials not mentioned in this clause the maximum temperature of the inner conductor shall be given in the relevant cable specification.

Note 3. — For cables which are suitable for higher operating temperatures, the maximum operating temperature shall be given in the relevant cable specification.

1.1.2 Definitions of engineering parameters

1.1.2.1 Braid angle

The braid angle is defined as:

$$\Theta = \arctan \frac{\pi D}{L}$$

D = mean diameter of braid (= diameter over dielectric + $2 d_w$)

d_w = diameter of braid wire, or thickness of braid tape

L = lay of braid.

1.1.2.2 Filling factor

The filling factor is defined as:

$$\frac{m w}{2 \pi D} \left(1 + \frac{\pi^2 D^2}{L^2} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ which can be expressed as } \frac{m w}{2 L \sin \Theta}$$

For tape braids: w = width of tape

For wire braids: $w = n d_w$

Where D = mean diameter of braid (= diameter over dielectric + $2 d_w$)

d_w = diameter of braid wire or thickness of braid tape

L = lay of braid, equal to $\frac{m}{2P}$ (P = picks per unit length)

m = total number of spindles

n = number of ends of wire per spindle.

1.2 Type acceptance and production tests

Type acceptance tests are those tests which are made in order to determine whether or not a cable meets the performance requirements of the applicable cable specification.

Production tests are those tests to be made by the manufacturer on cables prior to delivery in order to ensure that the basic properties of the cable are maintained.

Les essais à exécuter comme essais d'approbation de type et de production seront spécifiés dans la spécification particulière du câble considéré.

Sur demande du client, le fabricant devra fournir un procès-verbal d'essais donnant les résultats des essais applicables, mentionnés dans la spécification particulière du câble considéré.

Nota. — Lorsque le client exigera à la livraison la répétition de certains essais, ceux-ci devront faire l'objet d'un accord particulier entre l'acheteur et le fabricant.

1.3 Construction des câbles

1.3.1 Généralités

La construction des câbles doit être en accord avec les détails et les dimensions dans la spécification particulière du câble considéré.

1.3.2 Conducteurs intérieurs

La construction et le matériau du ou des conducteurs intérieurs devront être ceux spécifiés dans la spécification particulière du câble considéré.

Chaque conducteur intérieur devra être constitué par un fil ou un tube, ou par un toron (concentrique ou tordu), une tresse ou une enveloppe de fils ou de rubans, comme indiqué dans la spécification particulière du câble considéré.

Lorsque le ou les conducteurs intérieurs sont constitués par un fil unique ils ne devront pas être raccordés dans leur fabrication postérieurement à la dernière opération de tréfilage.

Les « raccords » dans les brins individuels des conducteurs intérieurs en cuivre toronnés doivent être brasés ou soudés à l'argent, en utilisant un flux non acide, de telle manière que le diamètre du toron ne soit pas augmenté et il ne devra pas y avoir d'aspérités ou de bavures.

Aucune soudure sur un brin individuel ne devra être à moins de 0,3 mètre d'une soudure d'un autre brin individuel.

Dans les cas particuliers de câbles de grande longueur ayant leurs conducteurs intérieurs constitués par de gros fils ou par des tubes, le raccord du conducteur intérieur devra faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

Excepté dans le cas de câbles à isolation minérale, les échantillons de fil de tube, ou de ruban de cuivre, prélevés sur le câble terminé, ne devront pas montrer de décoloration substantielle. Si les conducteurs sont étamés, ils devront être débarrassés de tout flux décapant et matières de nettoyage.

1.3.3 Diélectrique

Le type de diélectrique requis pour chaque câble est indiqué dans les spécifications particulières du câble considéré. Le diamètre sur diélectrique et l'épaisseur du diélectrique devront être conformes à la spécification particulière du câble considéré.

1.3.4 Conducteur extérieur ou écran

Le conducteur extérieur ou l'écran doit être d'un des types suivants ou d'une combinaison de ceux-ci :

- a) Une tresse de cuivre recuit nu, étamé ou argenté. Les raccords dans les fils ou les rubans de tresse devront être soudés, tordus ou serrés ensemble et il ne devra y avoir aucun raccord de la tresse complète. La tresse devra être uniformément appliquée. L'angle de la tresse et le facteur de recouvrement de celle-ci seront déterminés dans les spécifications particulières du câble considéré.
- b) Des fils ou rubans de cuivre seront appliqués autour du noyau pour former un écran fermé, avec ou sans frettes d'acier.
- c) Un tube serré, étanche aux gaz, de matériau conducteur convenable.

The tests to be carried out for type acceptance and production tests will be specified in the relevant cable specification.

On demand of the customer the manufacturer shall supply test reports giving the results of applicable tests mentioned in the relevant cable specification.

Note. — When the customer requires certain tests to be repeated upon delivery, this shall be the subject of a special agreement between customer and manufacturer.

1.3 Cable construction

1.3.1 General

The cable construction shall be in accordance with the details and the dimensions given in the relevant cable specification.

1.3.2 Inner conductor or conductors

The construction and material of the inner conductor or conductors shall be as specified in the relevant cable specification.

Each inner conductor shall consist of a wire or tube, or of stranded (concentric or bunched), braided, or lapped wires or tapes, as specified in the relevant cable specification.

Where the inner conductor or conductors consist of a single wire, there shall be no joint in the wire made subsequent to the last drawing operation.

Joints in the individual strands of stranded copper inner conductors shall be brazed or silver soldered using a non-acid flux, in such a manner that the strand diameter shall not be increased and there shall be no lumps or sharp projections.

No joint in an individual strand shall be within approximately 0.3 metre of a joint in any other individual strand.

In special cases where cables having large single wire or tube inner conductors are required in long lengths, the jointing of the inner conductor shall be agreed between manufacturer and customer.

Except in the case of mineral insulated cables, samples of copper wire or tube removed from the finished cable shall show no substantial discolouration. If conductors are tinned, they shall be free from flux and cleaning material.

1.3.3 Dielectric

The type of dielectric required for each cable is indicated in the relevant cable specification. The diameter over dielectric and the thickness of the dielectric shall be as specified in the relevant cable specification.

1.3.4 Outer conductor or screen

The outer conductor or screen shall be one of the following types or any combination of them:

- (a) A braid of plain, tinned or silvered annealed copper wire or tape. Joints in the braiding wires or tapes shall be soldered, twisted or woven-in and there shall be no joint in the complete braid. The braid shall be evenly applied. The braid angle and the filling factor shall be specified in the relevant cable specification.
- (b) Copper wires or tape(s) formed round the core as a continuous and closed screen, with or without a steel binder.
- (c) A gas-tight tube of suitable conducting material.

- d) Une couche de métal ou d'un film métallisé, appliquée avec un recouvrement approximatif de 25 %, et recouverte avec une tresse de cuivre (comme en a) appliquée autour de ce film.

Excepté dans les cas de câbles à isolation minérale, les échantillons de fils, de tubes ou de rubans de cuivre, prélevés sur le câble terminé, ne devront pas montrer de décoloration substantielle. Les conducteurs devront être débarrassés de tout flux décapant et matières de nettoyage.

1.3.5 Protection extérieure

Lorsque ceci est prévu dans les spécifications particulières du câble considéré, un recouvrement ultérieur doit être appliqué pour protéger le conducteur extérieur ou l'écran des détériorations mécaniques ou de la corrosion. Il doit être d'un des types suivants ou d'une combinaison de ceux-ci :

- a) Gaine plastique. La gaine ne devra pas présenter de perforations, craquelures, soufflures et autres défauts et aura un fini lisse. Un léger marquage de la tresse est admissible. Lorsque la spécification l'indiquera, une tresse de protection ou un ruban sera appliqué sur la gaine plastique.

Le diamètre extérieur de la gaine et l'épaisseur de la gaine devront être conformes à la spécification particulière du câble considéré.

Nota. — Lorsque le terme p.v.c. est utilisé il se rapporte à des mélanges plastifiés de chlorure de polyvinyle ou de copolymères de chlorure de vinyle et d'acétates de vinyle.

- b) Une tresse de verre vernie avec ou sans ruban d'étanchéité.
- c) Un revêtement ou une autre protection constitué suivant la spécification particulière du câble considéré.
- d) Une armure constituée suivant la spécification particulière du câble considéré.

Nota. — Les prescriptions requises pour l'armure des câbles sont en étude.

1.4 Conditions atmosphériques normales d'essai

Sauf prescriptions contraires, tous les essais seront exécutés dans les conditions spécifiées par la publication N° 68 de la C.E.I. : Essais fondamentaux climatiques et essais de robustesse mécanique des pièces détachées.

Avant que les mesures ne soient faites, les câbles devront être stockés à la température de mesure, pendant un temps suffisant pour permettre au câble entier d'atteindre cette température. Quand les mesures sont exécutées à une autre température que la température normale, le résultat devra être corrigé pour être ramené à la température normale.

Nota. — Lorsqu'il est impossible d'exécuter les essais sous les conditions atmosphériques normales d'essai, une note, à ce sujet, relatant les conditions dans lesquelles ils ont été faits, sera ajoutée au procès-verbal des essais.

2. ESSAIS ÉLECTRIQUES

2.1 Résistivité du ou des conducteurs intérieurs

Les conducteurs en cuivre devront être étirés dans du cuivre dont la résistivité devra être conforme aux exigences de la publication N° 28 de la C.E.I. : Spécification internationale d'un cuivre-typé recuit.

Nota. — Pour les matériaux autres que le cuivre, la résistivité de ceux-ci devra être conforme aux exigences de la spécification particulière du câble considéré.

- (d) A layer of metal or metallized film applied with an approximate overlap of 25%, covered with a copper braid (as in (a) above) woven over the film.

Except in the case of mineral insulated cables, samples of copper wire, tapes or tube removed from the finished cable shall show no substantial discolouration. Conductors shall be free from flux and cleaning material.

1.3.5 Outer protection

When specified in the relevant cable specification, a further covering shall be applied to protect the outer conductor or screen from mechanical damage or corrosion. It shall be one of the following types or any combination of them:

- (a) Plastic sheath (Jacket). The sheath shall be free from pin holes, cracks, blisters and other defects and shall have an even finish. A slight external braid pattern is permissible. Where specified, a protective braid or tape shall be applied over or under the plastic sheath.

The diameter over sheath and the thickness of the sheath shall be as specified in the relevant cable specification.

Note. — Where the term p.v.c. is used it denotes a plasticised compound of polyvinylchloride, or vinylchloride-vinylacetate copolymers.

- (b) Varnished glass braid with or without waterproof tapes.
- (c) A serving or any other protection as specified in the relevant cable specification.
- (d) An armouring as specified in the relevant cable specification.

Note. — Requirements for armouring are under consideration.

1.4 Standard atmospheric conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the conditions specified in I.E.C. Publication No. 68: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components.

Before the measurements are made, the cables shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the entire cable to reach this temperature. When measurements are made at a temperature other than the standard temperature the result shall, where necessary, be corrected to the standard temperature.

Note. — Where it is impracticable to carry out tests under the standard atmospheric conditions for testing, a note to this effect, stating the actual conditions of tests shall be added to the test report.

2. ELECTRICAL TESTS

2.1 Resistivity of inner conductor(s)

Copper conductors shall be drawn from copper the resistivity of which shall be in accordance with I.E.C. Publication No. 28: International Standards of Resistance for Copper.

Note. — For materials other than copper the resistivity shall be in accordance with the requirements of the relevant cable specification.

2.2 Rigidité diélectrique de l'âme

Le diélectrique entre conducteurs intérieurs et entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur ou l'écran du câble, doit résister, sans rupture, pendant une minute, à une tension alternative d'une valeur qui est indiquée dans les spécifications particulières du câble considéré. La fréquence doit être comprise entre 40 Hz et 60 Hz et la forme de l'onde devra être sinusoïdale.

Le taux d'accroissement de la tension d'essai ne doit pas dépasser 2 kV/s. Les câbles en paires, sans écran, doivent être immergés pendant une heure dans l'eau (eau de ville), à une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La tension devra être appliquée entre chaque conducteur successivement et l'eau, l'autre conducteur étant connecté à l'eau.

Pour les câbles en paires sous écran, la tension devra être appliquée successivement entre chaque conducteur et l'autre relié à l'écran.

Pour des câbles avec écran isolé la tension d'essai prévue dans la spécification particulière du câble considéré sera appliquée entre cet écran et le conducteur extérieur.

2.3 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieurs et entre chaque conducteur intérieur et le conducteur extérieur ou l'écran devra être mesurée après une électrifcation de 1 minute $\pm$ 5 secondes, sous une tension continue de $500\text{ V} \pm 50\text{ V}$.

2.4 Rigidité diélectrique de la gaine

Dans cette clause sont incluses deux méthodes d'essai différentes. Ces deux méthodes étant considérées comme équivalentes, une seule d'entre elles doit être appliquée.

2.4.1 Essai par immersion

Le câble devra être immergé dans l'eau à une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ pendant une heure.

A la fin de cette période, une tension d'essai alternative de la valeur indiquée par le tableau I devra être appliquée pendant une durée supérieure à 1 minute, mais n'excédant pas 2 minutes, entre le conducteur extérieur ou l'écran et l'eau.

La fréquence de la tension d'essai devra être comprise entre 40 Hz et 60 Hz.

Tableau 1

Epaisseur nominale de la gaine en mm	Tension d'essai en kV efficaces
Jusqu'à 0,5 inclus	pas d'essai
au-dessus de 0,5 jusqu'à 0,8 inclus	2
au-dessus de 0,8 jusqu'à 1,0 inclus	3
au-dessus de 1,0	5

2.4.2 Essai d'étincelles

Pour cet essai une des électrodes doit être en contact intime avec la surface du câble et doit être constituée, de préférence, par des chaînes à mailles fines.

La tension d'essai devra être appliquée entre cette électrode et le conducteur extérieur ou l'écran.

2.4.2.1 La vitesse avec laquelle le câble passe à travers l'électrode devra être telle que chaque point du câble soit en contact avec l'électrode pendant une durée d'au moins 0,1 seconde.

Le détecteur doit être aménagé de telle sorte que l'indication d'un défaut subsiste, même après la sortie de l'électrode.

2.2 Dielectric strength of core

The dielectric between inner conductors and between inner conductor or conductors and outer conductor or screen of the cable shall withstand without breakdown for 1 minute an alternating voltage, the value of which is specified in the relevant cable specification.

The frequency shall be between 40 Hz and 60 Hz and the waveform shall be sinusoidal.

The rate of increase of the test voltage shall not exceed 2 kV/s. Unscreened twin cables shall be immersed for 1 hour in water (tapwater) at a temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. The voltage shall be applied between each conductor in turn and the water, the other conductor being connected to the water.

For screened twin cables the voltage shall be applied between conductors with the screen connected to either conductor in turn.

For cables having an insulated screen, a test voltage as specified in the relevant cable specification shall be applied between this screen and the outer conductor.

2.3 Insulation resistance

The insulation resistance between the inner conductors and between each inner conductor and the outer conductor or screen shall be measured after an electrification of 1 minute $\pm$ 5 seconds, with a direct voltage of 500 V $\pm$ 50 V.

2.4 Dielectric strength of sheath

In this clause two different test methods are included. Both methods are assumed to be equivalent, either one of them shall be applied.

2.4.1 Test by immersion

The cable shall be immersed in water (tapwater) at a temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ for outer a period of 1 hour.

At the end of this period an alternating test voltage as specified in Table I shall be applied for a period of not less than 1 minute and not more than 2 minutes between the conductor or screen and the water.

The frequency of the test voltage shall be between 40 Hz and 60 Hz.

Table I

Nominal thickness of the sheath in mm	Test voltage in kV r.m.s.
Up to and including 0.5	no test
from 0.5 up to and including 0.8	2
from 0.8 up to and including 1.0	3
over 1.0	5

2.4.2 Spark test

For this test an electrode shall make intimate contact with the surface of the cable and shall preferably consist of a fine link chain.

The test voltage shall be applied between this electrode and the outer conductor or screen.

2.4.2.1 The speed at which the cable passes through the electrode shall be such that every point is in contact with the electrode for not less than 0.1 second.

The detector shall be arranged so as to maintain its indication after the fault has passed out of the electrode.