

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

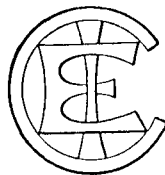
Publication 227

Première édition — First edition

1967

**Câbles souples isolés au polychlorure de vinyle à âmes circulaires
et de tension nominale ne dépassant pas 750 V**

**Polyvinyl chloride insulated flexible cables and cords with circular conductors
and a rated voltage not exceeding 750 V**



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Withdrawn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 CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 227

Première édition — First edition

1967

**Câbles souples isolés au polychlorure de vinyle à âmes circulaires
et de tension nominale ne dépassant pas 750 V**

**Polyvinyl chloride insulated flexible cables and cords with circular conductors
and a rated voltage not exceeding 750 V**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

Articles

CHAPITRE I — RÈGLES GÉNÉRALES

1. Généralités	8
2. Prescription générale	8
3. Généralités sur les essais	8
4. Marques et indications	10
5. Rigidité diélectrique et résistance d'isolement	12
6. Âmes	14
7. Application de l'enveloppe isolante	18
8. Epaisseur de l'enveloppe isolante	18
9. Propriétés mécaniques de l'enveloppe isolante	20
10. Résistance aux craquelures de l'enveloppe isolante	24
11. Comportement de l'enveloppe isolante aux températures élevées et basses	26
12. Epaisseur de la gaine	30
13. Propriétés mécaniques de la gaine	32
14. Résistance aux craquelures de la gaine	36
15. Comportement de la gaine aux températures élevées et basses	36
16. Résistance au feu	40
17. Résistance mécanique	40
18. Dimensions extérieures	44

CHAPITRE II — RÈGLES PARTICULIÈRES

19. Câbles souples à fil rosette	46
20. Câbles souples méplats	46
21. Câbles souples sous gaine légère en polychlorure de vinyle	48
22. Câbles souples sous gaine ordinaire en polychlorure de vinyle	50
ANNEXE A — Code de désignation	54
ANNEXE B — Résumé des essais applicables aux différents types de câbles souples	56
FIGURES	58

Dans cette recommandation:

- le texte des prescriptions proprement dites est imprimé en caractère romain ordinaire;
- *le texte des modalités d'essais est imprimé en caractère italique;*
- le texte des commentaires est imprimé en petit caractère romain.

La présente recommandation comprend deux parties.

Le chapitre I, Règles générales, comprend des articles d'ordre général.

Le chapitre II, Règles particulières, comprend des articles dont chacun concerne une série déterminée de câbles souples.

Dans la présente recommandation, on a utilisé comme système d'unités le système international. Dans ce système, le newton (symbole N) est l'unité de force; 1 newton = 0,102 kilogramme-force.

Les valeurs de résistance sont données en ohms absolus.

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

Clause

CHAPTER I — GENERAL SPECIFICATION

1. General	9
2. General requirement	9
3. General notes on tests	9
4. Marking	11
5. Electric strength and insulation resistance	13
6. Conductors	15
7. Application of insulation	19
8. Thickness of insulation	19
9. Mechanical properties of insulation	21
10. Resistance of insulation to cracking	25
11. Behaviour of insulation at high and low temperatures	27
12. Thickness of sheath	31
13. Mechanical properties of sheath	33
14. Resistance of sheath to cracking	37
15. Behaviour of sheath at high and low temperatures	37
16. Resistance to burning	41
17. Mechanical strength	41
18. Over-all dimensions	45

CHAPTER II — PARTICULAR SPECIFICATIONS

19. Flat twin tinsel cord	47
20. Flat twin flexible cord	47
21. Light polyvinyl chloride sheathed flexible cord	49
22. Ordinary polyvinyl chloride sheathed flexible cord	51
APPENDIX A — Code designation	55
APPENDIX B — Survey of the tests applicable to the various types of flexible cables and cords	56
FIGURES	58

In this Recommendation, the text is arranged as follows:

- the requirements proper are printed in roman type;
- *the test specifications are printed in italic type;*
- the explanations are printed in smaller roman type.

This Recommendation is divided in two parts.

Chapter I, General specification, comprising clauses of a general character.

Chapter II, Particular specifications, comprising clauses, each of which deals with a particular type of flexible cable or cord.

The S.I. system of units is used throughout this Recommendation. In this system, the newton (symbol N) is the unit of force; 1 newton = 0.102 kilogramme-force (0.102 kilopond).

Values of resistance are given in absolute ohms.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES SOUPLES ISOLÉS
AU POLYCHLORURE DE VINYLE A ÂMES CIRCULAIRES
ET DE TENSION NOMINALE NE DÉPASSANT PAS 750 V**

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

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 20B: Câbles de basse tension, du Comité d'Etudes No. 20 de la C E I. Câbles électriques.

Le projet de cette recommandation fut discuté à la réunion tenue à Bucarest en 1962. A la suite de cette réunion, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1963, en même temps qu'un projet pour une modification du paragraphe 21.5.

Les pays suivants ont voté explicitement en faveur de la publication :

Allemagne	Japon
Autriche *	Norvège
Belgique	Pays-Bas *
Danemark	Roumanie
France	Suède
Israël	Tchécoslovaquie
Italie	Yougoslavie

Le Comité national britannique a voté contre le projet de recommandation, mais seulement parce qu'il ne peut pas accepter la prescription qui exclut la couleur rouge pour l'identification d'un conducteur pour les câbles souples à trois conducteurs.

* N'a pas accepté la modification du paragraphe 21.5.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**POLYVINYL CHLORIDE INSULATED
FLEXIBLE CABLES AND CORDS WITH CIRCULAR CONDUCTORS
AND A RATED VOLTAGE NOT EXCEEDING 750 V**

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

This Recommendation was prepared by Sub-Committee 20B, Low-voltage Cables, of I E C Technical Committee No. 20, Electric Cables.

The draft for this Recommendation was discussed at the meeting held in Bucharest in 1962. As a result of this meeting, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule, in September 1963, together with a proposal for an amendment of Sub-clause 21.5.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria *	Italy
Belgium	Japan
Czechoslovakia	Netherlands *
Denmark	Norway
France	Romania
Germany	Sweden
Israel	Yugoslavia

The British National Committee voted against the draft Recommendation, but only because it could not accept the requirement that the colour red should not be used for the identification of a core of three-core flexible cables and cords.

* Has not accepted the amendment of Sub-clause 21.5.

Le projet a été étendu ensuite par l'article 22 concernant les câbles souples sous gaine ordinaire en polychlorure de vinyle, dont le projet fut discuté lors de la réunion tenue à Belgrade en 1963. A la suite de cette réunion, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1964.

Les pays suivants ont voté explicitement en faveur de l'insertion de l'article 22 dans la recommandation:

Belgique	Italie
Canada	Japon
Corée (République de)	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie

En même temps, un projet de code de désignation pour les séries de câbles souples correspondants, discuté aussi à cette réunion, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1964.

Les pays suivants ont voté en faveur de l'insertion du code de désignation:

Allemagne	Italie
Australie	Japon
Belgique	Norvège
Canada	Pays-Bas
Corée (République de)	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Tchécoslovaquie
France	Turquie

Une modification concernant le paragraphe 4.4 fut soumise à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mai 1966.

Les pays suivants ont voté explicitement en faveur de cette modification:

Allemagne	Israël
Australie	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Norvège
Canada	Pays-Bas
Danemark	Suède
France	Turquie
Finlande	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Iran	Yougoslavie

The draft Recommendation was extended later on by the addition of Clause 22 concerning ordinary polyvinyl chloride sheathed flexible cords, the draft of which was discussed at the meeting held in Belgrade in 1963. As a result of this meeting, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule, in June 1964.

The following countries voted explicitly in favour of the inclusion of Clause 22 in the Recommendation:

Belgium	Japan
Canada	Korea (Republic of)
Czechoslovakia	Romania
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

At the same time, a draft for the code designation for the relevant cable types, which was also discussed during that meeting, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1964.

The following countries voted in favour of the inclusion of the code designation:

Australia	Japan
Belgium	Korea (Republic of)
Canada	Netherlands
Czechoslovakia	Norway
Denmark	Romania
Finland	Sweden
France	Turkey
Germany	United Kingdom
Italy	United States of America

An amendment to Sub-clause 4.4 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1966.

The following countries voted explicitly in favour of this amendment:

Australia	Israel
Austria	Italy
Belgium	Japan
Canada	Netherlands
Denmark	Norway
France	Sweden
Finland	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Iran	Yugoslavia

CÂBLES SOUPLES ISOLÉS AU POLYCHLORURE DE VINYLE A ÂMES CIRCULAIRES ET DE TENSION NOMINALE NE DÉPASSANT PAS 750 V

CHAPITRE I — RÈGLES GÉNÉRALES

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente recommandation s'applique aux câbles souples avec enveloppe isolante et, éventuellement, avec gaine en polychlorure de vinyle, à âmes circulaires et de tension nominale ne dépassant pas 750 V.

La présente recommandation s'applique aux câbles souples prévus pour une température de régime de l'âme ne dépassant pas 70 °C. La majoration de 10 deg C par rapport à la valeur mentionnée dans la recommandation traitant des câbles souples isolés au caoutchouc à âmes circulaires et de tension nominale ne dépassant pas 750 V*, est due au fait que la conductivité thermique du polychlorure de vinyle est inférieure à celle du caoutchouc; ceci n'implique pas que le courant admissible diffère pour les deux types de câbles souples.

Dans la présente recommandation, l'expression « polychlorure de vinyle » est employée pour désigner des mélanges à base de polychlorure de vinyle plastifié ou de ses copolymères, ou des mélanges de polychlorure de vinyle et de ses copolymères.

La désignation des séries de câbles souples, traitées dans la présente recommandation, est donnée dans l'annexe A.

1.2 *Objet*

L'objet de la présente recommandation est de donner:

- les prescriptions concernant la construction et les propriétés — surtout en vue de la sécurité — de câbles souples isolés au polychlorure de vinyle;
- les essais pour vérifier la conformité à ces prescriptions.

2. Prescription générale

Les câbles souples doivent être prévus et construits de façon qu'en usage normal leur fonctionnement soit sûr et que l'utilisateur ou l'entourage ne puissent pas être mis en danger.

La vérification résulte, en général, de l'exécution de la totalité des essais prescrits.

3. Généralités sur les essais

3.1 *Les essais mentionnés dans la présente recommandation sont des essais de type.*

Des précisions en vue des essais de réception sont à l'étude.

3.2 *Sauf spécification contraire, les essais sont effectués à une température ambiante de 20 ± 5 °C.*

3.3 *Sauf spécification contraire, les tensions d'essai sont des tensions alternatives, de fréquence 50 ou 60 Hz, ayant une forme pratiquement sinusoïdale; les valeurs citées sont des valeurs efficaces.*

* A l'étude.

POLYVINYL CHLORIDE INSULATED FLEXIBLE CABLES AND CORDS WITH CIRCULAR CONDUCTORS AND A RATED VOLTAGE NOT EXCEEDING 750 V

CHAPTER 1 — GENERAL SPECIFICATION

1. General

1.1 Scope

This Recommendation applies to flexible cables and cords with insulation and sheath, if any, of polyvinyl chloride, with circular conductors and a rated voltage not exceeding 750 V.

This Recommendation applies to flexible cables and cords suitable for use at a conductor temperature not exceeding 70 °C. The 10 deg C increase with respect to the value mentioned in the Recommendation dealing with Rubber insulated Flexible Cables and Cords with Circular Conductors and a rated voltage not exceeding 750 V *, is due to the fact that the thermal conductivity of polyvinyl chloride is less than that of rubber; it does not mean that the permissible current rating is different for the two types of flexible cable and cord.

In this Recommendation, the term “polyvinyl chloride” is used to denote compounds of polyvinyl chloride or suitable co-polymers based on vinyl chloride, or of mixtures of polyvinyl chloride and such co-polymers.

The code designation of flexible cables and cords of the types covered by this Recommendation is given in Appendix A.

1.2 Object

The object of this Recommendation is to give:

- requirements for the construction and the properties — mainly with regard to safety — of polyvinyl chloride insulated flexible cables and cords;
- tests for checking compliance with these requirements.

2. General requirement

Flexible cables and cords shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without danger to the user or surroundings.

In general, compliance is checked by carrying out all the tests specified.

3. General notes on tests

3.1 Tests according to this Recommendation are type tests.

Details for acceptance tests are under consideration.

3.2 Unless otherwise specified, tests are made at an ambient temperature of 20 ± 5 °C.

3.3 Unless otherwise specified, test voltages are a.c., 50 or 60 Hz, and have a substantially sine-wave form; the values quoted are r.m.s. values.

* Under consideration.

- 3.4 *Si la gaine porte un marquage en creux, les échantillons destinés aux essais sont prélevés de façon à porter ce marquage.*
- 3.5 *Lorsque l'expression « valeur médiane » est employée dans la présente recommandation, elle signifie la valeur placée au milieu des valeurs obtenues pour l'essai correspondant, ou la moyenne des deux valeurs placées au milieu si le nombre des valeurs considérées est pair, après que les valeurs obtenues aient été disposées par ordre croissant.*

4. Marques et indications

- 4.1 Les câbles souples doivent porter une marque d'origine consistant soit en un fil distinctif, soit en l'inscription continue du nom du fabricant ou de la marque de fabrique. Cette inscription peut être réalisée par impression sur un ruban, sur l'enveloppe isolante ou sur la gaine, par marquage en relief sur l'enveloppe isolante ou sur la gaine ou par marquage en creux sur la gaine.

Un marquage par impression doit être indélébile.

Les couleurs des fils distinctifs doivent être faciles à reconnaître.

L'inscription du nom du fabricant ou de la marque de fabrique doit être facilement lisible.

L'inscription du nom du fabricant ou de la marque de fabrique est considérée comme continue si l'intervalle compris entre la fin d'une inscription et le commencement de l'inscription suivante ne dépasse pas:

50 cm si l'inscription est sur la gaine;

20 cm dans tous les autres cas.

- 4.2 Le repérage des conducteurs constitutifs des câbles souples doit être réalisé au moyen de polychlorure de vinyle coloré ou par un autre repérage approprié.
- 4.3 Chaque conducteur constitutif des câbles souples doit être d'une seule couleur, mais dans le cas des câbles souples à trois conducteurs ou plus, un conducteur peut être repéré par une combinaison des couleurs vert et jaune.
- Les couleurs rouge, gris, blanc et, lorsqu'elles ne sont pas employées en combinaison, les couleurs vert et jaune, ne doivent être utilisées pour aucun conducteur des câbles souples à trois conducteurs ou plus.

La combinaison des couleurs vert et jaune doit être telle que, sur toute longueur de conducteur de 15 mm, une de ces couleurs couvre au moins 30 % et au plus 70 % de la surface du conducteur, l'autre couleur couvrant le reste de cette surface.

Les prescriptions relatives à la combinaison des couleurs vert et jaune sont conformes à la Publication 173 de la C.E.I.: Couleurs pour les conducteurs des câbles souples.

- 4.4 Le code préféré de couleurs à employer pour le repérage des conducteurs constitutifs des câbles souples est le suivant:

câbles à trois conducteurs: soit vert/jaune, bleu clair, noir,
soit bleu clair, noir, brun;

câbles à quatre ou cinq
conducteurs:

soit vert/jaune, bleu clair, noir, brun et, pour le cinquième conducteur, noir ou brun,
soit bleu clair, noir, brun et, pour tout conducteur supplémentaire, noir ou brun.

Il est entendu que les couleurs vert et jaune, lorsqu'elles sont combinées comme il est spécifié au paragraphe 4.3, sont exclusivement reconnues comme un moyen permettant une identification du conducteur constitutif destiné à être utilisé pour la mise à la terre ou pour une protection analogue et que la couleur bleu clair est destinée à permettre l'identification du conducteur constitutif destiné à être relié au neutre; si, toutefois, il n'y a pas de conducteur neutre, la couleur bleu clair peut servir pour identifier n'importe quel conducteur à l'exception du conducteur de protection.

Pour les câbles souples à deux conducteurs, il n'existe pas de code préféré de couleurs.

- 3.4 *If a marking is stamped into the sheath, the samples used for the tests are taken so as to include such marking.*
- 3.5 *Where the term “median value” is used in this Recommendation, it means the middle value of the values obtained in the relevant test, or the mean of both the middle values if the number of values considered is even, after the values obtained have been arranged in the order of increasing value.*

4. Marking

- 4.1 Flexible cables and cords shall be provided with an indication of origin, which shall be either an identification thread or a continuous marking of the manufacturer's name or trade mark. This marking may be by printing on a tape, on the insulation or the sheath, by reproduction in relief on the insulation or the sheath, or by stamping into the sheath.

Printed marking shall be indelible.

Colours of identification threads shall be clearly discernible.

The marking of the manufacturer's name or trade mark shall be easily legible.

The marking of the manufacturer's name or trade mark is deemed to be continuous if the distance between the end of any marking and the beginning of the next does not exceed:

50 cm if the indication is on the sheath;

20 cm in all other cases.

- 4.2 Identification of the cores of a flexible cable or cord shall be achieved by means of coloured poly-vinyl chloride or other suitable method.

- 4.3 Each core of a flexible cable or cord shall have only one colour, except that, for a flexible cable or cord with three or more cores, one core may be identified by a combination of the colours green and yellow.

The colours red, grey, white and, when not in combination, green and yellow, shall not be used for any core of a flexible cable or cord with three or more cores.

The combination of the colours green and yellow shall be such that, on any 15 mm length of core, one of these colours covers at least 30 % and not more than 70 % of the surface of the core, the other colour covering the remainder of that surface.

The requirements with regard to the colour combination green/yellow are in accordance with IEC Publication 173, Colours of the Cores of Flexible Cables and Cords.

- 4.4 The preferred colour scheme to be used to identify the cores of a flexible cable or cord is:

three-core cable or cord: either green/yellow, light blue, black,
or light blue, black, brown;

cable or cord with four
or five cores:

either green/yellow, light blue, black, brown, and, for the fifth core,
black or brown,
or light blue, black, brown, and, for any additional core, black
or brown.

It is understood that the colours green and yellow, when used in combination as specified in Sub-clause 4.3, are intended exclusively for the identification of the core to be used for earthing or similar protective purposes and that the colour light blue is intended for the identification of the core to be connected to the neutral; if, however, there is no neutral conductor, the colour light blue may serve to identify any conductor other than that used for earthing or similar protective purposes.

For two-core flexible cables and cords, there is no preferred colour scheme.

- 4.5 Les couleurs ou autre repérage des conducteurs constitutifs doivent être indélébiles et facilement identifiables.

La conformité aux prescriptions des paragraphes 4.1 à 4.5 est vérifiée par examen, par des mesures et en essayant d'effacer l'inscription du nom du fabricant ou de la marque de fabrique et le repérage des conducteurs en les frottant légèrement avec des chiffons, dont l'un est imbibé d'eau et l'autre d'essence.

Le fil distinctif peut être nettoyé à l'essence.

- 4.6 Les couleurs de l'enveloppe isolante et de la gaine doivent résister suffisamment à une exposition à l'extérieur.

Les modalités d'essai sont à l'étude.

5. Rigidité diélectrique et résistance d'isolement

- 5.1 Les câbles souples doivent avoir une rigidité diélectrique et une résistance d'isolement suffisantes.

La vérification est effectuée :

- a) *Pour les câbles souples autres que les câbles souples à fil rosette :*
- *par l'essai du paragraphe 5.2;*
 - *par l'essai du paragraphe 5.3 et, sur les mêmes échantillons, par l'essai du paragraphe 5.4.*
- b) *Pour les câbles souples à fil rosette :*
- *par l'essai du paragraphe 5.2 et, sur les mêmes échantillons, par l'essai du paragraphe 5.4.*

5.2 Essai diélectrique sur le câble souple complet

Un échantillon du câble souple complet, d'une longueur d'au moins 20 m, est immergé pendant 24 heures dans de l'eau à une température de 20 ± 5 °C.

Une tension de 2 000 V est alors appliquée, chaque fois pendant 15 minutes, successivement entre :

*chaque âme et toutes les autres reliées électriquement entre elles et à l'eau;
toutes les âmes reliées entre elles et l'eau.*

Au cours de l'essai, il ne doit pas se produire de perforation.

5.3 Essai diélectrique sur les conducteurs constitutifs

L'essai est effectué sur un échantillon de câble souple de 5 m de longueur. La gaine et tout autre revêtement ou bourrage éventuel sont enlevés des conducteurs constitutifs, sans endommager l'enveloppe isolante; les conducteurs des câbles souples méplats sont séparés.

Les conducteurs constitutifs sont immergés dans l'eau, comme il est spécifié au paragraphe 5.2, et une tension de :

2 000 V pour les câbles souples pourvus d'enveloppe isolante dont l'épaisseur dépasse 0,6 mm;

1 500 V pour les autres câbles souples,

est alors appliquée pendant 15 minutes entre les conducteurs constitutifs et l'eau.

Au cours de l'essai, il ne doit pas se produire de perforation.

- 4.5 The colouring or other identification of the cores shall be indelible and clearly identifiable.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 4.1 to 4.5 is checked by inspection, measurement and by trying to remove the marking of the manufacturer's name or trade mark and the identification of the cores by rubbing lightly with pieces of cloth, one soaked with water and another with petroleum spirit.

The identification thread may be washed in petroleum spirit.

- 4.6 Insulation and sheath shall have adequate colour fastness to outdoor exposure.

A test specification is under consideration.

5. Electric strength and insulation resistance

- 5.1 The electric strength and insulation resistance of flexible cables and cords shall be adequate.

Compliance is checked:

- a) *For flexible cables and cords other than flat twin tinsel cord:*
- *by the test of Sub-clause 5.2;*
 - *by the test of Sub-clause 5.3 and, on the same samples, by the test of Sub-clause 5.4.*
- b) *For flat twin tinsel cord:*
- *by the test of Sub-clause 5.2 and, on the same samples, by the test of Sub-clause 5.4.*

- 5.2 *Electric strength test on completed cable or cord*

A sample of completed flexible cable or cord, at least 20 m long, is immersed for 24 hours in water at a temperature of $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

A voltage of 2 000 V is then applied, for 15 minutes each time, between:

*each conductor in turn and all others connected together and to the water;
all conductors connected together and the water.*

No breakdown shall occur during the test.

- 5.3 *Electric strength test on cores*

The test is made on a sample of flexible cable or cord, 5 m long. The sheath and any other covering or filling are removed from the cores, care being taken not to damage the insulation; the cores of flat twin flexible cords are separated.

The cores are immersed in water as specified in Sub-clause 5.2, and a voltage of:

2 000 V for flexible cables and cords with an insulation thickness exceeding 0.6 mm;

1 500 V for other flexible cables and cords,

is then applied for 15 minutes between the conductors and the water.

No breakdown shall occur during the test.

5.4 Résistance d'isolement

L'essai est effectué sur un échantillon de 5 m de longueur.

Les échantillons sont immergés pendant 2 heures dans de l'eau à une température de $60 \pm 2^\circ\text{C}$, les extrémités des échantillons étant maintenues hors de l'eau sur une longueur d'environ 25 cm.

Puis on applique une tension continue de 500 V environ entre les âmes et l'eau. On mesure la résistance d'isolement après 1 minute d'application de la tension; elle ne doit pas être inférieure aux valeurs spécifiées au chapitre II.

Les valeurs de la résistance d'isolement spécifiées au chapitre II sont basées sur une résistance transversale de $2 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$; elles ont été calculées à partir de la formule $R = 0,073 \log \frac{D}{d}$, dans laquelle:

R est la résistance d'isolement en mégohm.kilomètre

D est le diamètre extérieur nominal de l'enveloppe isolante

d est le diamètre du cercle circonscrit de l'âme ou, pour les câbles souples à fil rosette, le diamètre intérieur nominal de l'enveloppe isolante.

6. Âmes

- 6.1 Les âmes doivent être en cuivre recuit, sauf pour les âmes dont les brins constitutifs ont un diamètre ne dépassant pas 0,10 mm pour lesquelles le cuivre peut être dur, et sauf pour les âmes des câbles souples à fil rosette, pour lesquelles un alliage de cuivre peut être employé.

Les brins peuvent être étamés.

- 6.2 Les brins d'une âme câblée doivent avoir tous le même diamètre nominal.

- 6.3 Les âmes d'un câble souple doivent avoir toutes la même section nominale.

La conformité aux prescriptions des paragraphes 6.1 à 6.3 est vérifiée par examen et par des mesures.

- 6.4 Pour les câbles souples autres que les câbles souples à fil rosette, la résistance de chaque âme à 20°C ne doit pas dépasser la valeur spécifiée dans le tableau suivant et ne doit pas être inférieure à 87 % de cette valeur.

Pour les câbles souples à fil rosette, la résistance de chaque âme à 20°C ne doit pas dépasser 270 Ω/km .

Le diamètre des brins des âmes des câbles souples, autres que les câbles souples à fil rosette, ne doit pas dépasser la valeur spécifiée dans le tableau ci-dessous:

Section nominale mm ²	Diamètre maximal des brins de l'âme mm	Résistance maximale de l'âme à 20°C Ω/km			
		Brins étamés		Brins non étamés	
		Un conducteur	Plusieurs conducteurs	Un conducteur	Plusieurs conducteurs
0,5	0,07*	40,9	42,9	39,1	41,0
0,5	0,16	38,8	40,7	37,7	39,6
0,75	0,16	25,8	27,1	25,1	26,4
0,75	0,21	25,4	26,7	24,7	26,0
1	0,21	—	20,0	—	19,5
1,5	0,26	—	13,7	—	13,3
2,5	0,26	—	8,21	—	7,98

* Pour constructions spéciales seulement.

5.4 Insulation resistance

The test is made on a sample, 5 m long.

The samples are immersed for 2 hours in water at a temperature of $60 \pm 2^\circ\text{C}$, a length of about 25 cm at each end of the samples being kept above the water.

A d.c. voltage of approximately 500 V is then applied between the conductors and the water. The insulation resistance is measured 1 minute after application of the voltage; it shall not be less than the values specified in Chapter II.

The values of the insulation resistance specified in Chapter II are based on a volume resistivity of $2 \times 10^{10} \Omega\cdot\text{cm}$; they have been calculated from the formula $R = 0.073 \log \frac{D}{d}$, where:

R is the insulation resistance in megohm.kilometre

D is the nominal outer diameter of the insulation

d is the diameter of the circumscribed circle of the conductor or, for flat twin tinsel cords, the nominal inner diameter of the insulation.

6. Conductors

- 6.1 Conductors shall consist of annealed copper, except that conductors composed of wires with a diameter not exceeding 0.10 mm may be of hard-drawn copper, and that conductors of tinsel cords may be of copper alloy.

The wires may be tinned.

- 6.2 Wires of a stranded conductor shall all have the same nominal diameter.

- 6.3 Conductors of a flexible cable or cord shall all have the same nominal cross-sectional area.

Compliance with the requirements of Sub-clauses 6.1 to 6.3 is checked by inspection and measurement.

- 6.4 For flexible cables and cords other than flat twin tinsel cords, the resistance of each conductor at 20°C shall not exceed the value specified in the following table, neither shall it be less than 87% of this value.

For flat twin tinsel cords, the resistance of each conductor at 20°C shall not exceed 270 Ω/km .

The diameter of the wires in the conductors of flexible cables and cords, other than flat twin tinsel cords, shall not exceed the value specified in the table below:

Nominal cross-sectional area mm ²	Maximum diameter of wires in conductor mm	Maximum resistance of conductors at 20°C Ω/km			
		Tinned wires		Untinned wires	
		Single-core	Multi-core	Single-core	Multi-core
0.5	0.07*	40.9	42.9	39.1	41.0
0.5	0.16	38.8	40.7	37.7	39.6
0.75	0.16	25.8	27.1	25.1	26.4
0.75	0.21	25.4	26.7	24.7	26.0
1	0.21	—	20.0	—	19.5
1.5	0.26	—	13.7	—	13.3
2.5	0.26	—	8.21	—	7.98

* For special purposes only.

Le contrôle s'effectue par examen et en mesurant la résistance de chaque âme d'un échantillon de câble souple, ayant au moins 1 m de longueur, et la longueur de cet échantillon.

Si nécessaire, une correction à 20 °C et à une longueur de 1 km est obtenue par la formule :

$$R_{20} = R_t \cdot \frac{254,5}{234,5 + t} \cdot \frac{1\,000}{L}$$

dans laquelle:

t est la température de l'échantillon au moment de la mesure en degrés Celsius

R_{20} est la résistance à 20 °C en ohm/kilomètre

L est la longueur de l'échantillon de câble souple en mètres

R_t est la résistance de L mètres de câble à t °C en ohm/kilomètre

Cet article est conforme à la Publication 180 de la C E I : Sections nominales et composition des âmes circulaires en cuivre des conducteurs et câbles isolés au caoutchouc ou au polychlorure de vinyle de tension nominale ne dépassant pas 750 V.

La résistance est calculée à partir de la longueur de l'échantillon complet et non à partir de la longueur des âmes après décâblage.

Pour le calcul de la résistance admissible, les âmes des câbles méplats sont traitées comme les câbles à une seule âme.

Les valeurs de résistance spécifiées dans le tableau ont été calculées au moyen de la formule:

$$R = \frac{4,1}{n \cdot \pi \cdot d^2} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

dans laquelle:

R est la résistance à 20 °C en ohm/kilomètre

A est la résistivité du cuivre à 20 °C en ohm . millimètre carré/kilomètre; elle est égale à 17,241 pour le cuivre recuit et à 17,586 pour le cuivre dur

n est le nombre des brins de l'âme

d est le diamètre nominal des brins de l'âme en millimètres

k_1 est un facteur qui dépend du diamètre des brins de l'âme et du fait que les brins sont ou ne sont pas étamés; sa valeur est donnée dans le tableau suivant:

Diamètre maximal des brins de l'âme mm	k_1	
	Brins étamés	Brins non étamés
De 0,05 à 0,10 inclus	1,12	1,07
De 0,10 à 0,31 inclus	1,07	1,04

k_2 est un facteur qui dépend du câblage de l'âme; sa valeur est égale à 1,04 pour l'application de la présente recommandation

k_3 est un facteur qui dépend du câblage des conducteurs constitutifs; sa valeur est égale à :

1,00 pour les câbles méplats;

1,05 pour les autres câbles souples.

Compliance is checked by inspection and measuring the resistance of each conductor in a sample of flexible cable or cord, at least 1 m long, and the length of this sample.

If necessary, correction to 20 °C and to a length of 1 km is made by applying the formula:

$$R_{20} = R_t \cdot \frac{254.5}{234.5 + t} \cdot \frac{1\,000}{L}$$

where:

t is the temperature of the sample at the time of measurement in Celsius degrees

R_{20} is the resistance at 20 °C in ohm/kilometre

L is the length of the sample of flexible cable or cord in metres

R_t is the resistance of L metres cable or cord at t °C in ohm/kilometre

This clause is in accordance with I E C Publication 180, Nominal Cross-sectional Areas and Composition of Circular Copper Conductors for Rubber or Polyvinyl Chloride insulated Cables and Flexible Cords with a rated Voltage not exceeding 750 V.

The resistance is calculated from the length of the completed sample and not from the length of the individual cores.

For the calculation of the permissible resistance, cores of flat cords are treated as single-core cords.

The resistance values specified in the table have been calculated from the formula:

$$R = \frac{4A}{n \cdot \pi \cdot d^2} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

where:

R is the resistance at 20 °C in ohm/kilometre

A is the standard resistivity of copper at 20 °C in ohm . square millimetre/kilometre; 17.241 for annealed copper and 17.586 for hard-drawn copper

n is the number of wires in the conductor

d is the nominal diameter of the wires in the conductor in millimetres

k_1 is a factor depending on the diameter of the wires in the conductor and on the fact whether or not the wires are tinned; its value is given in the following table:

Maximum diameter of wires in conductor mm	k_1	
	Tinned wires	Untinned wires
Over 0.05 up to and including 0.10	1.12	1.07
Over 0.10 up to and including 0.31	1.07	1.04

k_2 is a factor depending on the way the conductor is stranded; its value is equal to 1.04 for the purpose of this Recommendation

k_3 is a factor depending on the way the cores are twisted together; its value is equal to:

1.00 for flat cords;

1.05 for other flexible cables and cords.

Le nombre et le diamètre nominal des brins de l'âme ayant servi au calcul des valeurs de résistance spécifiées pour chaque section nominale sont donnés uniquement à titre d'information dans le tableau suivant:

Section nominale mm ²	Nombre <i>n</i> et diamètre nominal <i>d</i> des brins de l'âme	
	<i>n</i>	<i>d</i> mm
0,5	151	0,065
0,5	28	0,15
0,75	42	0,15
0,75	24	0,20
1	32	0,20
1,5	30	0,25
2,5	50	0,25

7. Application de l'enveloppe isolante

L'enveloppe isolante doit être appliquée étroitement sur l'âme, mais pour les câbles souples autres que les câbles souples à fil rosette, il doit être possible de la retirer facilement sans dommage pour l'enveloppe isolante, pour l'âme et pour l'étamage éventuel.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

8. Épaisseur de l'enveloppe isolante

La valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante ne doit pas être inférieure à la valeur moyenne spécifiée. Toutefois, l'épaisseur en un endroit quelconque peut être inférieure à la valeur moyenne spécifiée, pourvu que la différence ne dépasse pas 0,1 mm + 10 % de la valeur moyenne spécifiée.

La vérification est effectuée par l'essai suivant, qui est fait sur chacun des conducteurs constitutifs.

On prélève un échantillon de conducteur, chacun en trois endroits, distants de 1 m au moins. On dépouille l'enveloppe isolante de ses revêtements éventuels et on retire l'âme en prenant soin de ne pas endommager l'enveloppe isolante. Les conducteurs des câbles méplats ne sont pas séparés.

L'enveloppe isolante est sectionnée avec un couteau tranchant, suivant un plan perpendiculaire à l'axe de l'âme et elle est alors placée sous un microscope de mesure, le plan de la section étant perpendiculaire à l'axe optique.

Pour l'enveloppe isolante des câbles souples méplats sans gaine, on effectue, sur chaque morceau de l'enveloppe isolante, quatre mesures, deux suivant le grand axe et deux suivant le petit axe, la distance entre les âmes étant comptée égale à deux fois l'épaisseur de l'enveloppe isolante dans cette direction.

Pour l'enveloppe isolante des autres câbles souples, on effectue, sur chaque morceau de l'enveloppe isolante, six mesures réparties aussi régulièrement que possible sur le pourtour, aux points où l'enveloppe isolante est mince, c'est-à-dire dans les empreintes dues aux brins. Dans tous les cas, la première mesure est effectuée à l'endroit où l'enveloppe isolante est la plus mince.

La moyenne de toutes les valeurs (exprimées en millimètres) obtenues sur les trois morceaux de l'enveloppe isolante, est calculée avec deux décimales et arrondie comme suit et cette valeur est considérée comme étant la valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante.

Si le calcul donne pour la deuxième décimale 5 ou plus, la première décimale est augmentée au chiffre supérieur; ainsi, par exemple, 1,73 est arrondi à 1,7 et 1,75 à 1,8.

La plus petite de toutes les valeurs obtenues est considérée comme étant l'épaisseur minimale de l'enveloppe isolante en un endroit quelconque.

Cet essai peut être combiné avec les mesures d'épaisseur spécifiées au paragraphe 9.2.