

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 189-3

Deuxième édition — Second edition

1981

Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.v.c. et sous gaine de p.v.c.

Troisième partie: Fils simples d'équipement, à conducteur massif ou divisé, isolés au p.v.c.

Low-frequency cables and wires with p.v.c. insulation and p.v.c. sheath

Part 3: Equipment wires with solid or stranded conductor, p.v.c. insulated, single



© CEI 1981

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to pages 3 and 4 of the cover, which list other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 189-3

Deuxième édition — Second edition

1981

Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.c.v. et sous gaine de p.c.v.

Troisième partie: Fils simples d'équipement, à conducteur massif ou divisé, isolés au p.c.v.

Low-frequency cables and wires with p.v.c. insulation and p.v.c. sheath

Part 3: Equipment wires with solid or stranded conductor, p.v.c. insulated, single

Mots clés: conducteurs isolés
massifs et divisés;
basses fréquences;
dimensions; exigences;
essais, propriétés

Key words: insulated wires and
stranded conductors;
low frequencies; dimensions;
requirements; testing;
properties.



© CEI 1981

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	
1. Domaine d'application	6
2. Construction et dimensions des fils	6
2.1 Conducteur	6
2.2 Enveloppe isolante	8
2.3 Mode de livraison	12
3. Prescriptions mécaniques	12
3.1 Conducteur	12
3.2 Enveloppe isolante	12
4. Prescriptions thermiques et climatiques	14
4.1 Mesure de la contraction de l'enveloppe isolante après échauffement du conducteur	14
4.2 Essai de non-propagation de la flamme	14
4.3 Essai d'enroulement à basse température	14
4.4 Essai de choc thermique	14
5. Prescriptions électriques	14
5.1 Résistance électrique du conducteur	14
5.2 Rigidité diélectrique	16
5.3 Résistance d'isolement	16
ANNEXE A	18
ANNEXE B — Calcul du diamètre maximal des conducteurs isolés	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Wire construction and dimensions	7
2.1 Conductor	7
2.2 Insulation	9
2.3 Delivery	13
3. Mechanical requirements	13
3.1 Conductor	13
3.2 Insulation	13
4. Thermal stability and climatic requirements	15
4.1 Measurement of insulation shrinkage after over-heating of conductor	15
4.2 Resistance to flame propagation	15
4.3 Cold bend test	15
4.4 Heat shock test	15
5. Electrical requirements	15
5.1 Electrical resistance of conductor	15
5.2 Dielectric strength	17
5.3 Insulation resistance	17
APPENDIX A	19
APPENDIX B — Calculation of the maximum diameter of insulated conductors	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ET FILS POUR BASSES FRÉQUENCES ISOLÉS AU P.C.V. ET SOUS GAINÉ DE P.C.V.

Troisième partie: Fils simples d'équipement, à conducteur massif ou divisé, isolés au p.c.v.

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 46C: Câbles et fils pour basses fréquences, du Comité d'Etudes N° 46 de la CEI: Câbles, fils et guides d'ondes pour équipements de télécommunications.

Elle constitue la seconde édition de la troisième partie de la norme complète pour câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.c.v. et sous gaine de p.c.v.

Des projets furent discutés lors de la réunion tenue à Florence en 1978. A la suite de cette réunion, le projet, document 46C(Bureau Central)111, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1979.

Des modifications, document 46C(Bureau Central)131, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en décembre 1980.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Etats-Unis d'Amérique	Roumanie
Allemagne	France	Royaume-Uni
Autriche	Israël	Suède
Belgique	Italie	Suisse
Canada	Japon	Tchécoslovaquie
Chine	Norvège	Turquie
Corée (République de)	Pays-Bas	Union des Républiques
Egypte	République Démocratique	Socialistes Soviétiques
Espagne	Allemagne	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications nos
- 28: Spécification internationale d'un cuivre-type recuit.
 - 189-1: Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.c.v. et sous gaine de p.c.v., Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification.
 - 304: Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences.
 - 344: Guide pour le calcul de la résistance des conducteurs de cuivre nu ou recouvert dans les câbles et fils pour basses fréquences.
 - 649: Calcul du diamètre extérieur maximal des câbles pour installations intérieures.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-FREQUENCY CABLES AND WIRES WITH P.V.C. INSULATION AND P.V.C. SHEATH

Part 3: Equipment wires with solid or stranded conductor, p.v.c. insulated, single

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 46C: L.F. Cables and Wires, of IEC Technical Committee No. 46: Cables, Wires and Waveguides for Telecommunication Equipment.

It forms the second edition of Part 3 of the complete standard for low-frequency cables and wires with p.v.c. insulation and p.v.c. sheath.

Drafts were discussed at the meeting held in Florence in 1978. As a result of this meeting, the draft, Document 46C(Central Office)111, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1979.

Amendments, Document 46C(Central Office)131, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in December 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Israel	Sweden
Belgium	Italy	Switzerland
Canada	Japan	Turkey
China	Korea (Republic of)	Union of Soviet
Czechoslovakia	Netherlands	Socialist Republics
Egypt	Norway	United Kingdom
France	Romania	United States of America
German Democratic Republic	South Africa (Republic of)	
Germany	Spain	

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 28: International Standard of Resistance for Copper.

189-1: Low-frequency Cables and Wires with P.V.C. Insulation and P.V.C. Sheath, Part 1: General Test and Measuring Methods.

304: Standard Colours for Insulation for Low-frequency Cables and Wires.

344: Guide to the Calculation of Resistance of Plain and Coated Copper Conductors of Low-frequency Cables and Wires.

649: Calculation of Maximum External Diameter of Cables for Indoor Installations.

CÂBLES ET FILS POUR BASSES FRÉQUENCES ISOLÉS AU P.C.V. ET SOUS GAINÉ DE P.C.V.

Troisième partie: Fils simples d'équipement à conducteur massif ou divisé, isolés au p.c.v.

1. Domaine d'application

- 1.1 La présente norme est applicable aux fils simples d'équipement, destinés à être utilisés dans le câblage interne:
- des équipements de transmission;
 - des équipements de téléphonie et télégraphie;
 - des équipements pour le traitement de l'information.
- 1.2 Cette norme doit être utilisée conjointement avec la Publication 189-1 de la CEI: Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.c.v. et sous gaine de p.c.v., Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification.
- 1.3 C'est au fabricant qu'incombe la responsabilité d'établir l'assurance de la qualité par des contrôles de qualité qui assurent que le produit satisfait aux exigences de la présente norme. Il n'est pas prévu qu'un programme d'essais complet soit effectué sur chaque longueur de conducteur. Lorsque l'acheteur souhaite spécifier des essais d'acceptation ou d'autres essais de qualité, il est essentiel que l'acheteur et le fabricant parviennent à un accord lors de la commande.

2. Construction et dimensions des fils

2.1 Conducteur

2.1.1 Nature du conducteur

Le conducteur doit être en cuivre recuit, de qualité homogène, sans défaut. Le cuivre répondra aux exigences de la Publication 28 de la CEI: Spécification internationale d'un cuivre-type recuit.

Les trois conducteurs les plus petits (de diamètre 0,12 mm et 0,15 mm et de section circulaire 0,035 mm²) doivent être en alliage de cuivre, de qualité homogène, sans défaut. L'alliage de cuivre peut aussi être utilisé pour d'autres conducteurs de petit diamètre.

2.1.2 Type du conducteur

Le conducteur peut être massif ou divisé.

Le conducteur massif doit être constitué d'un seul brin de section circulaire.

Le conducteur divisé doit être constitué de plusieurs brins de section circulaire enroulés en hélice ou assemblés en faisceau, et sans isolation entre eux.

2.1.3 Etat de surface du conducteur

Le conducteur peut être soit nu, soit étamé.

LOW-FREQUENCY CABLES AND WIRES WITH P.V.C. INSULATION AND P.V.C. SHEATH

Part 3: Equipment wires with solid or stranded conductor, p.v.c. insulated, single

1. Scope

- 1.1 This standard is applicable to equipment wires, single, used for the internal wiring of the following:
- transmission equipment;
 - telephone and telegraph equipment;
 - equipment for data processing.
- 1.2 This standard shall be used in conjunction with IEC Publication 189-1: Low-frequency Cables and Wires with P.V.C. Insulation and P.V.C. Sheath, Part 1: General Test and Measuring Methods.
- 1.3 It is the responsibility of the manufacturer to establish quality assurance by quality control procedures which will ensure that the product will meet the requirements of this standard. It is not intended that a complete testing programme shall be carried out on every length of conductor. When the purchaser wishes to specify acceptance tests or other quality procedures, it is essential that agreement be reached between the purchaser and the manufacturer by the time of ordering.

2. Wire construction and dimensions

2.1 Conductor

2.1.1 Conductor material

The conductor shall consist of annealed copper, uniform in quality and free from defects. The properties of the copper shall be in accordance with IEC Publication 28: International Standard of Resistance for Copper.

The three smallest conductors (0.12 mm and 0.15 mm diameter and 0.035 mm² cross-sectional area) shall consist of copper alloy, uniform in quality and free from defects. Copper alloy may also be used for other small conductor gauges.

2.1.2 Type of conductor

The conductor may be either solid or stranded.

The solid conductor shall consist of a single strand circular in section.

The stranded conductor shall consist of several strands of circular cross-section assembled either by concentric layer stranding or by bunching, and without insulation between them.

2.1.3 Conductor finish

The conductor may be either plain or tinned.

2.1.4 *Dimensions du conducteur*

Le conducteur massif est désigné par son diamètre nominal.

Le conducteur divisé est désigné par sa section nominale, le nombre de brins et le diamètre maximal des brins.

Les dimensions sont données à l'annexe A.

2.1.5 *Continuité du conducteur*

Le conducteur doit, en principe, être d'un seul tenant. Il peut, en cas de nécessité, comporter des soudures, pour autant que la charge de rupture d'une soudure soit au moins égale à 85% de la charge de rupture du conducteur non soudé. Des soudures dans un conducteur divisé fini ne sont pas autorisées.

2.2 *Enveloppe isolante*

2.2.1 *Nature de l'enveloppe isolante*

L'enveloppe isolante doit être en polychlorure de vinyle (p.c.v.).

Note. — Le terme « polychlorure de vinyle » désigne des mélanges plastifiés de polychlorure de vinyle ou de copolymères de chlorure de vinyle et d'acétate de vinyle.

2.2.2 *Épaisseur de l'enveloppe isolante*

L'enveloppe isolante doit être parfaitement continue et d'épaisseur aussi uniforme que possible sans être inférieure à la valeur indiquée à l'annexe A.

Le diamètre maximal du conducteur isolé est calculé suivant la méthode définie à l'annexe B.

La vérification de l'épaisseur minimale de l'enveloppe isolante s'effectue par la méthode décrite au paragraphe 2.2.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

2.2.3 *Application de l'enveloppe isolante*

L'enveloppe isolante doit s'appliquer étroitement au conducteur sans y adhérer.

La vérification de la non-adhérence de l'enveloppe isolante au conducteur s'effectue par la méthode décrite au paragraphe 3.4.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

Il doit être possible de dépouiller facilement le conducteur de son enveloppe isolante sans dommage pour l'enveloppe isolante, pour le conducteur et pour l'étamage, s'il existe.

Cependant, dans certains cas particuliers, parmi lesquels il convient de citer l'application de la technique des connexions enroulées ou l'utilisation de machines automatiques à dénuder, une méthode objective de vérification de la non-adhérence peut être requise. Dans ce cas, et uniquement pour les conducteurs massifs, après accord entre l'acheteur et le fabricant, la méthode décrite au paragraphe 3.4.2 de la Publication 189-1 de la CEI doit être utilisée.

2.2.4 *Couleur de l'enveloppe isolante*

Les conducteurs isolés doivent être d'une couleur ou de deux couleurs différentes.

Les couleurs doivent correspondre d'assez près aux couleurs de référence figurant dans la Publication 304 de la CEI: Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences.

2.1.4 *Conductor dimensions*

The solid conductor is designated by its nominal diameter.

The stranded conductor is designated by its nominal cross-sectional area, the number of strands, and maximum diameter of strands.

Dimensions are given in Appendix A.

2.1.5 *Continuity of conductor*

Normally the conductor shall be drawn in one piece. In cases of necessity, joints in the conductor are permitted provided that the tensile strength of a joint is not less than 85% of the tensile strength of the unjointed conductor. Joints in a complete stranded conductor are not permitted.

2.2 *Insulation*

2.2.1 *Insulation material*

The insulation shall consist of polyvinyl chloride (p.v.c.).

Note. — The term “polyvinyl chloride” denotes a plasticized compound of polyvinyl chloride or vinylchloride-vinylacetate copolymers.

2.2.2 *Insulation thickness*

The insulation shall be perfectly continuous having a thickness as uniform as possible and not less than the value specified in Appendix A.

The maximum diameter of the wire shall be calculated in accordance with the method given in Appendix B.

The minimum thickness of the insulation shall be measured in accordance with the method specified in Sub-clause 2.2.1 of IEC Publication 189-1.

2.2.3 *Application of the insulation*

The insulation shall be applied to fit closely to the conductor without adhering to it.

The stripping properties of the insulation shall be checked in accordance with the method specified in Sub-clause 3.4.1 of IEC Publication 189-1.

It shall be possible to strip the insulation from the conductor easily and without damage to the insulation, to the conductor, or to the tinning, if any.

In particular cases, however, for example where wires are to be used employing wire-wrapping techniques, or where mechanical stripping devices are being used, a controlled method of test may be required. In such cases, and only for solid conductors, by agreement between purchaser and manufacturer, the method specified in Sub-clause 3.4.2 of IEC Publication 189-1 shall be adopted.

2.2.4 *Colour of insulation*

The insulated conductors shall be coloured by one colour or by two different colours.

Colours shall correspond reasonably with the standard colours shown in IEC Publication 304: Standard Colours for Insulation for Low-frequency Cables and Wires.

Leur résistance à la lumière du jour, vérifiée conformément à la Norme ISO 105, ne doit pas être inférieure à la norme 4, en prolongeant l'exposition jusqu'à ce que le contraste soit équivalent à la nuance 4 sur l'échelle des gris.

Lorsque deux couleurs sont utilisées, on appliquera les règles suivantes:

- le marquage doit consister en une succession d'anneaux ou en une hélice; en cas d'hélice, la préférence est donnée à l'hélice simple bien que l'hélice double soit tolérée;
- le marquage peut être obtenu par extrusion bicolore hélicoïdale;
- le marquage imprimé ou peint sur l'enveloppe isolante doit y adhérer suffisamment;
- le marquage doit être facilement identifiable sur toute longueur de 15 mm d'enveloppe isolante;
- la distance de répétition du marquage, mesurée de centre à centre le long d'une génératrice de l'enveloppe isolante, ne doit pas être inférieure à 4 mm;
- la largeur des anneaux ou des hélices et la largeur de leur espacement, mesurées le long d'une génératrice de l'enveloppe isolante, ne doivent pas être inférieures à 1,5 mm; ces largeurs doivent être approximativement constantes le long du conducteur isolé;
- la largeur des anneaux ou des hélices peut être différente de celle de leur espacement.

Note. — Pour les fils identifiés par une succession d'anneaux, l'inscription de deux demi-anneaux ne recouvrant pas complètement le périmètre du fil est tolérée.

Le choix des couleurs ou des combinaisons de deux couleurs se fera dans l'ordre de préférence suivant:

- les 12 couleurs de référence figurant dans la Publication 304 de la CEI;
- les 19 combinaisons suivantes, facilement identifiables de deux couleurs de référence:

ROUGE-noir	JAUNE-violet
ROUGE-bleu	VERT-noir
ORANGE-vert	VERT-rouge
ORANGE-bleu	BLEU-noir
ORANGE-violet	GRIS-rouge
JAUNE-noir	GRIS-bleu
JAUNE-rouge	BLANC-noir
JAUNE-vert	BLANC-rouge
JAUNE-bleu	BLANC-vert
	BLANC-bleu

- les 20 combinaisons moins facilement identifiables de deux couleurs de référence:

BRUN-noir	GRIS-noir	VERT-brun
BRUN-bleu	GRIS-violet	BLANC-brun
ORANGE-noir	GRIS-brun	BLANC-orange
ORANGE-gris	ROUGE-brun	BLANC-violet
ORANGE-brun	VERT-gris	BLANC-gris
ORANGE-rouge	VERT-violet	BLANC-jaune
VIOLET-noir	VERT-bleu	

Notes 1. — La combinaison JAUNE-vert est réservée exclusivement pour les fils de terre de protection.

2. — Sauf dans le cas d'extrusion bicolore, la couleur imprimée en majuscules est dénommée: «couleur de base»; elle doit être:
 - a) la couleur de la matière isolante extrudée;
 - b) la couleur présentant la plus grande surface sur le conducteur terminé.

Colour fastness to daylight, checked according to ISO Standard 105, shall be rated at not less than standard 4, prolonging the exposure until the contrast is equivalent to grade 4 on the grey scale.

When two colours are used, the following conditions shall be fulfilled:

- markings shall be rings or helices; if helices, single helices are preferred, double helices, however, are allowed;
- markings may be made by helical bicolour extrusion;
- markings printed or painted on the insulation shall adhere satisfactorily;
- markings shall be easily identifiable within any 15 mm length of the insulated conductor;
- the distance of repetition of the markings shall be not less than 4 mm, measured from centre to centre parallel to the axis;
- the width of the rings or helices and the width of their spacing shall be not less than 1.5 mm, measured parallel to the axis; the widths shall be approximately constant along the insulated conductor;
- the width of the rings or helices need not be the same as that of the spacing.

Note. — For wires identified by ring marking, neither the registration of the two half-bands nor the complete encirclement of the wire is critical.

The choice of colours or combinations of colours shall be made in the following order of preference:

- the 12 standard colours shown in IEC Publication 304;
- the following 19 easily identifiable combinations of two standard colours:

RED-black	YELLOW-violet
RED-blue	GREEN-black
ORANGE-green	GREEN-red
ORANGE-blue	BLUE-black
ORANGE-violet	GREY-red
YELLOW-black	GREY-blue
YELLOW-red	WHITE-black
YELLOW-green	WHITE-red
YELLOW-blue	WHITE-green
	WHITE-blue

- 20 less easily identifiable combinations of two standard colours:

BROWN-black	GREY-black	GREEN-brown
BROWN-blue	GREY-violet	WHITE-brown
ORANGE-black	GREY-brown	WHITE-orange
ORANGE-grey	RED-brown	WHITE-violet
ORANGE-brown	GREEN-grey	WHITE-grey
ORANGE-red	GREEN-violet	WHITE-yellow
VIOLET-black	GREEN-blue	

Notes 1. — The colour combination YELLOW-green is reserved for protectional earth wires exclusively.

- 2. — Except in the case of bicolour extrusion, the colour printed in capitals shall be known as the “base colour”; it shall be:

- a) the extruded colour;
- b) it shall have the greater area of exposure on the finished wire.

2.3 Mode de livraison

La livraison doit être faite sur tourets ou en couronnes protégés d'une manière convenable.

3. Prescriptions mécaniques

3.1 Conducteur

L'allongement à la rupture du conducteur dénudé ne doit pas être inférieur à la valeur spécifiée dans le tableau suivant:

Diamètre nominal du fil		Allongement minimal	
Supérieur à (mm)	Jusqu'à (mm)	Cuivre (%)	Alliage de cuivre (%)
—	0,12	—	6,0
0,12	0,2	8,0	6,0
0,2	0,4	10,0	8,0
0,4	—	15,0	—

La vérification s'effectue en mesurant l'allongement à la rupture selon la méthode décrite au paragraphe 3.3 de la Publication 189-1 de la CEI.

Lorsque le conducteur est étamé, la quantité d'étain déposée par unité de surface doit être suffisante pour que le conducteur puisse être soudé convenablement sur des pièces de raccordement.

La vérification s'effectue en procédant à l'essai de soudage d'échantillons du conducteur, selon la méthode décrite au paragraphe 4.7 de la Publication 189-1 de la CEI.

La qualité de l'étamage est mise en évidence par l'écoulement libre de la soudure avec un mouillage convenable des extrémités du conducteur.

3.2 Enveloppe isolante

L'enveloppe isolante doit avoir une résistance mécanique et une élasticité appropriées. Ces propriétés doivent rester suffisamment constantes en usage normal.

La vérification s'effectue en mesurant, avant et après vieillissement accéléré, la charge de rupture et l'allongement à la rupture d'échantillons de l'enveloppe isolante, selon la méthode décrite au paragraphe 3.3 de la Publication 189-1 de la CEI.

Les conditions de vieillissement accéléré sont décrites au paragraphe 4.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

La médiane des valeurs de la charge de rupture ainsi déterminée ne doit pas être inférieure à 12,5 N/mm² (12,5 MPa)*.

La médiane des valeurs de l'allongement à la rupture ainsi déterminée ne doit pas être inférieure à 125% pour les enveloppes isolantes unicolores, et à 100% pour les enveloppes isolantes bicolores extrudées dans la masse dont l'épaisseur minimale est inférieure ou égale à 0,3 mm.

En outre, la différence entre les valeurs médianes de la charge de rupture et de l'allongement à la rupture obtenues avant et après vieillissement accéléré ne doit pas dépasser 20% des valeurs médianes obtenues avant le vieillissement accéléré.

* Voir notes 1 et 2 à la page 14.

2.3 Delivery

Delivery shall be made on reels or in coils protected in a suitable manner.

3. Mechanical requirements

3.1 Conductor

Elongation at break of the bare conductor shall be not less than the value specified in the following table.

Nominal diameter of wire		Minimum elongation	
Above (mm)	Up to (mm)	Copper (%)	Copper alloy (%)
—	0.12	—	6.0
0.12	0.2	8.0	6.0
0.2	0.4	10.0	8.0
0.4	—	15.0	—

Compliance shall be checked by measuring the elongation at break in accordance with the method specified in Sub-clause 3.3 of IEC Publication 189-1.

If the conductor is tinned, the amount of tin per unit area shall be adequate for soldering the conductor to the terminals without difficulty.

Compliance shall be checked by means of the solder test on samples of the conductors in accordance with the method specified in Sub-clause 4.7 of IEC Publication 189-1.

Good tinning shall be evidenced by free flowing of the solder with wetting of the conductor ends.

3.2 Insulation

The insulation shall have adequate mechanical strength and elasticity. These properties shall remain sufficiently constant during normal use.

Compliance shall be checked before and after accelerated ageing by measuring the tensile strength and the elongation at break on samples of the insulation in accordance with the method specified in Sub-clause 3.3 of IEC Publication 189-1.

The accelerated ageing conditioning is specified in Sub-clause 4.1 of IEC Publication 189-1.

The median of the measured values of tensile strength shall be not less than 12.5 N/mm² (12.5 MPa)*.

The median of the measured values of elongation at break shall be not less than 125% for single-colour insulation, and 100% for extruded bicolour insulation whose minimum thickness is 0.3 mm or less.

Moreover, the difference between the median values for tensile strength and elongation obtained before and after accelerated ageing shall not exceed 20% of the median values before ageing.

* See Notes 1 and 2, page 15.

Notes 1. — Les valeurs spécifiées pour la charge de rupture et l'allongement à la rupture sont des minima indépendants et non concomitants. Une enveloppe isolante, dont une caractéristique est proche du minimum, doit présenter pour l'autre caractéristique une valeur bien supérieure au minimum.

A titre de recommandation provisoire, l'enveloppe isolante doit être telle que le produit de la charge de rupture en N/mm² (MPa) et du pourcentage d'allongement à la rupture ne soit pas inférieur à 1750, ou 1400 dans le cas des enveloppes isolantes bicolores extrudées dans la masse et d'épaisseur minimale inférieure ou égale à 0,3 mm.

2. — La valeur médiane est la valeur centrale si un nombre impair de valeurs est obtenu, ou la moyenne des deux valeurs centrales si un nombre pair de valeurs est obtenu.

Les résultats d'essais doivent avoir été classés dans l'ordre des valeurs croissantes.

4. Prescriptions thermiques et climatiques

4.1 *Mesure de la contraction de l'enveloppe isolante après échauffement du conducteur*

L'enveloppe isolante ne doit pas se contracter exagérément lors de la soudure du conducteur.

La vérification s'effectue par la mesure décrite au paragraphe 4.6 de la Publication 189-1 de la CEI.

La contraction ainsi mesurée ne doit pas être supérieure à 4%.

4.2 *Essai de non-propagation de la flamme*

La vérification de la résistance à la propagation de la flamme s'effectue par l'essai décrit au paragraphe 4.3 de la Publication 189-1 de la CEI.

La combustion éventuelle de l'enveloppe isolante doit être lente et ne pas se propager sensiblement; toute flamme doit s'éteindre en moins de 30 s après le retrait du brûleur.

4.3 *Essai d'enroulement à basse température*

L'enveloppe isolante doit rester suffisamment souple aux basses températures auxquelles elle peut être exposée.

La vérification s'effectue par l'essai décrit au paragraphe 4.4.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

L'enveloppe isolante ne doit alors présenter aucune craquelure.

4.4 *Essai de choc thermique*

L'enveloppe isolante doit pouvoir supporter sans dommage des variations de température.

La vérification s'effectue par l'essai décrit au paragraphe 4.5.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

L'enveloppe isolante ne doit alors présenter aucune craquelure.

5. Prescriptions électriques

5.1 *Résistance électrique du conducteur*

La résistance électrique du conducteur ne doit pas, à la température de 20 °C, dépasser la valeur spécifiée à l'annexe A.

Notes 1. — The values specified for tensile strength and for elongation at break are independent and non-concomitant minima. An insulation with one characteristic of near-minimum value should present a value well above the minimum for the other characteristic.

As a provisional recommendation, the insulation should be such that the product of tensile strength in N/mm² (MPa) and the elongation percentage at break should be not less than 1750, or 1400 in the case of extruded bicolour insulation whose minimum thickness is 0.3 mm or less.

2. — The median value is the middle value if an odd number of values is obtained or the average of the two middle values if an even number of values is obtained.

The test results should have been arranged in sequence of increasing values.

4. Thermal stability and climatic requirements

4.1 *Measurement of insulation shrinkage after over-heating of conductor*

The insulation shall not shrink unduly when soldering the conductor.

Compliance shall be checked in accordance with the method specified in Sub-clause 4.6 of IEC Publication 189-1.

The measured shrinkage shall be not more than 4%.

4.2 *Resistance to flame propagation*

Resistance to flame propagation shall be checked in accordance with the method specified in Sub-clause 4.3 of IEC Publication 189-1.

Any combustion of the insulation shall be slow and shall not spread appreciably; any flame shall have died out in less than 30 s after removal of the burner.

4.3 *Cold bend test*

The insulation shall remain adequately pliable at the low temperatures to which it may be exposed.

Compliance shall be checked in accordance with the test specified in Sub-clause 4.4.1 of IEC Publication 189-1.

The insulation shall show no cracks.

4.4 *Heat shock test*

The insulation shall withstand variations in temperature without suffering damage.

Compliance shall be checked in accordance with the method specified in Sub-clause 4.5.1 of IEC Publication 189-1.

The insulation shall show no cracks.

5. Electrical requirements

5.1 *Electrical resistance of conductor*

The electrical resistance of the conductor measured at a temperature of 20 °C shall not exceed the value specified in Appendix A.

Le calcul de ces valeurs est basé sur la Publication 344 de la CEI: Guide pour le calcul de la résistance des conducteurs de cuivre nu ou recouvert dans les câbles et fils pour basses fréquences, en utilisant k_1 pour les conducteurs étamés et k_2 pour les conducteurs divisés.

Les mêmes valeurs de résistance s'appliquent aussi aux conducteurs nus.

La méthode de mesure de la résistance électrique ainsi que la détermination des corrections de longueur et de température de la valeur mesurée sont décrites au paragraphe 5.1 de la Publication 189-1 de la CEI.

5.2 *Rigidité diélectrique*

L'enveloppe isolante doit résister sans rupture à l'application pendant 1 min de la tension spécifiée à l'annexe A.

La méthode d'essai de la rigidité diélectrique est décrite au paragraphe 5.2 de la Publication 189-1 de la CEI.

5.3 *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement, mesurée à la température de 20 °C, ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée à l'annexe A.

La méthode de mesure de la résistance d'isolement est décrite au paragraphe 5.3 de la Publication 189-1 de la CEI.

Note. — La valeur minimale de la résistance d'isolement à une température plus élevée est à l'étude.

Calculation of these values is based on IEC Publication 344: Guide to the Calculation of Resistance of Plain and Coated Copper Conductors of Low-frequency Cables and Wires, using k_1 for tinned conductors and k_2 for stranded conductors.

The same resistance values apply also to plain conductors.

The method for measuring the resistance and also for correcting the measured values for length and temperature are specified in Sub-clause 5.1 of IEC Publication 189-1.

5.2 Dielectric strength

The insulation shall withstand the application for 1 min without breakdown of the voltage specified in Appendix A.

The method for checking the dielectric strength is specified in Sub-clause 5.2 of IEC Publication 189-1.

5.3 Insulation resistance

Insulation resistance measured at a temperature of 20 °C shall be not less than the value specified in Appendix A.

The method for measuring the insulation resistance is specified in Sub-clause 5.3 of IEC Publication 189-1.

Note. — The minimum value of insulation resistance at a higher temperature is under consideration.

ANNEXE A

Conducteur			Enveloppe isolante		Prescriptions d'essais	
Diamètre nominal	Section nominale	Nombre de brins	Diamètre maximal des brins	Résistance maximale	Epaisseur minimale	Diamètre maximal
mm	mm ²		mm	Ω/km ³⁾	mm	mm ⁴⁾
0,12 ¹⁾ 0,15 ¹⁾ 0,20				1 646 1 054 593		0,55 0,55 0,60
0,25	0,035 ¹⁾	7	0,09	571 379	0,12	0,65 0,65
	0,055	7	0,11	365		0,70
	0,079	7	0,13	242		0,80
0,32				225		0,75
	0,124	7	0,16	155		0,90
0,4 0,5 0,6				144 92,2 87,2 64,0		0,90 1,00 1,10 1,10
	0,22	7	0,21			
0,8 1,0	0,5 0,75	28 16 42 24	0,16 0,21 0,16 0,21	38,8 38,2 36,0 25,8 25,4 22,8	0,25	1,80 1,60 2,00 1,85
1,4	1,0 1,5	32 30	0,21 0,26	19,1 13,0 12,0 ²⁾	0,4	2,55 2,90 2,65

- 1) Ces conducteurs ne sont qu'en alliage de cuivre.
2) Cette valeur est basée sur le conducteur massif de 1,38 mm de diamètre nominal.
3) Pour les conducteurs en alliage de cuivre, ces valeurs sont à majorer de 20%.
4) Ces valeurs sont données pour faciliter les calculs.