

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)

IEC RECOMMENDATION

Publication 189-1

Première édition — First edition

1965

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

Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification

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

Part 1: General test and measuring methods



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60189-1:1965

Withdrawn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 189-1

Première édition — First edition

1965

Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.v.c. et sous gaine de p.v.c.
Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification

Low-frequency cables and wires with p.v.c. insulation and p.v.c. sheath
Part 1: General test 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

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Objet	6
1.3 Définitions et explications	6
1.4 Essais de type et essais de réception	6
1.5 Conditions normales d'essais	8
SECTION DEUX — DIMENSIONS	
2.1 Prélèvement et préparation des échantillons	10
2.2 Vérification des dimensions	10
SECTION TROIS — ESSAIS MÉCANIQUES	
3.1 Prélèvement, marquage et préparation des éprouvettes en vue des essais de traction	12
3.2 Détermination de la section en vue de l'essai de traction	14
3.3 Essai de traction	16
3.4 Vérification de la non-adhérence de l'enveloppe isolante	18
SECTION QUATRE — ESSAIS THERMIQUES ET CLIMATIQUES	
4.1 Vieillessement accéléré	18
4.2 Essai de déformation à chaud	18
4.3 Essai de non-propagation de la flamme	20
4.4 Essai d'enroulement à basse température	20
4.5 Essai de choc thermique	22
4.6 Mesure de la contraction de l'enveloppe isolante après échauffement	24
4.7 Essai de soudage des conducteurs étamés	24
SECTION CINQ — ESSAIS ÉLECTRIQUES	
5.1 Résistance électrique des conducteurs	26
5.2 Rigidité diélectrique	28
5.3 Résistance d'isolement	30
5.4 Capacité mutuelle	32
5.5 Déséquilibre de capacité	32
ANNEXE A — Nomenclature des essais de type	34
FIGURES	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1.1 Scope	7
1.2 Object	7
1.3 Definitions and explanations.	7
1.4 Type test and acceptance tests	7
1.5 Standard conditions for testing	9
SECTION TWO — DIMENSIONS	
2.1 Selection and preparation of samples	11
2.2 Measurement of dimensions	11
SECTION THREE — MECHANICAL TESTS	
3.1 Selection, marking, and preparation of samples for tensile tests	13
3.2 Measurement of cross-sectional area for tensile test	15
3.3 Tensile test	17
3.4 Stripping properties of insulation	19
SECTION FOUR — THERMAL STABILITY AND CLIMATIC TESTS	
4.1 Accelerated ageing	19
4.2 Pressure test	19
4.3 Resistance to flame propagation	21
4.4 Cold bend test	21
4.5 Heat shock test	23
4.6 Measurement of insulation shrinkage after overheating of conductor	25
4.7 Solder test on tinned conductors	25
SECTION FIVE — ELECTRICAL TESTS	
5.1 Electrical resistance of conductors	27
5.2 Dielectric strength	29
5.3 Insulation resistance	31
5.4 Mutual capacitance	33
5.5 Capacitance unbalance	33
APPENDIX A — Schedule of type tests	35
FIGURES	36

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Première partie : Méthodes générales d'essai et de vérification

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

Elle constitue la première partie de la recommandation complète pour les câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.c.v. et sous gainé de p.c.v.

Les autres parties paraîtront au fur et à mesure de leur mise au point.

Des projets furent discutés par un Groupe Préparatoire à la réunion de Berlin en 1960, puis au cours des réunions tenues à Interlaken en 1961 et à Bucarest en 1962. A la suite de cette dernière réunion, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1962.

Des commentaires émis à la suite de la diffusion du projet selon la Règle des Six Mois furent examinés à la réunion tenue à Bruxelles en 1963 et à la suite de cette réunion, soumis à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en janvier 1964.

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

Afrique du Sud	Pays-Bas
Allemagne	Roumanie
Belgique	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Italie	Turquie
Japon	Yougoslavie
Norvège	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 1: General test and measuring methods

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation was prepared by Sub-Committee 46C, Low-frequency Cables and Wires, of Technical Committee No. 46, Cables, Wires and Waveguides for Telecommunication Equipment.

It forms Part 1 of the complete Recommendation for Low-frequency Cables and Wires with p.v.c. Insulation and p.v.c. Sheath.

The additional parts will be issued from time-to-time as they become ready.

Drafts were discussed by a Preparatory Group in Berlin in 1960, then during the meetings held in Interlaken in 1961 and in Bucharest in 1962. As a result to this latter meeting, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1962.

Comments submitted on the Six Months' Rule draft were considered at a meeting held in Brussels in 1963 and as a result of this meeting, submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1964.

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

Belgium	Romania
Czechoslovakia	South-Africa
Denmark	Sweden
Germany	Switzerland
Italy	Turkey
Japan	United States of America
Netherlands	Yugoslavia
Norway	

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

Première partie : Méthodes générales d'essai et de vérification

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

Cette recommandation se rapporte aux câbles et fils pour basses fréquences destinés à être utilisés dans les installations intérieures et équipements de télécommunications, ainsi que les systèmes électroniques utilisant des techniques similaires.

L'enveloppe isolante et la gaine sont réalisés en polychlorure de vinyle.

1.2 Objet

Cette recommandation a pour objet d'établir des règles uniformes pour les propriétés électriques, climatiques et mécaniques des câbles et fils pour basses fréquences ainsi que de décrire les méthodes d'essais.

Note. — La composition et les caractéristiques de chaque type de câble ou de fil sont prescrites dans les parties suivantes de cette recommandation.

1.3 Définitions et explications

1.3.1 Conducteur (âme du conducteur isolé)

A l'étude.

1.3.2 Fil pour basses fréquences

A l'étude.

1.3.3 Câble pour basses fréquences

A l'étude.

1.4 Essais de type et essais de réception

1.4.1 Type

Un type comprend les produits de conception identique, fabriqués selon les mêmes techniques et dont les caractéristiques sont comprises dans la gamme usuelle du fabricant.

Notes 1. — Les caractéristiques comprennent une combinaison de :

- a) caractéristiques électriques;
- b) dimensions;
- c) groupe climatique.

2. — Les limites de la gamme de caractéristiques feront l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

1.4.2 Essais de type

Les essais de type d'un produit sont constitués par l'ensemble des essais à effectuer sur un nombre de spécimens représentatifs du type, dans le but de déterminer si un fabricant particulier peut être considéré comme capable de fabriquer des produits satisfaisant à la spécification.

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

Part 1 : General test and measuring methods

SECTION ONE — GENERAL

1.1 Scope

This Recommendation relates to low-frequency cables and wires designed for use in telecommunication inside plant and equipment and in electronic devices employing similar techniques.

The insulation and the sheath consist of polyvinylchloride.

1.2 Object

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

Note. — The next parts of the Recommendation lay down the construction and characteristics of each type of cable and wire.

1.3 Definitions and explanations

1.3.1 Conductor

Under consideration.

1.3.2 L.F. wire

Under consideration.

1.3.3 L.F. cable

Under consideration.

1.4 Type test and acceptance tests

1.4.1 Type

A type comprises products having similar design features manufactured by the same techniques, and falling within the manufacturer's usual range of characteristics for these products.

Notes 1. — Characteristics cover the combination of:

- a) electrical characteristics;
- b) dimensions;
- c) climatic rating.

2. — The limits of the range of characteristics shall be agreed between customer and manufacturer.

1.4.2 Type test

The type test of a product is the complete series of tests to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining whether a particular manufacturer can be considered to be able to produce products meeting the specification.

1.4.3 *Approbation de type*

L'approbation de type est la décision prise par l'autorité compétente (le client ou son représentant) suivant laquelle un fabricant donné peut être considéré comme capable de produire, en quantités raisonnables, le type conforme à la spécification correspondante.

1.4.4 *Essais de réception*

Les essais de réception sont les essais effectués pour décider de l'acceptation d'une fourniture par accord entre le client et le fabricant.

L'accord couvrira :

- a) la taille de l'échantillon;
- b) le choix des essais;
- c) la mesure dans laquelle les spécimens d'essai devront être conformes aux exigences des essais choisis dans la spécification.

Note. — En cas de désaccord sur les résultats d'essais, les méthodes d'essais normalisées de la C E I seront utilisées pour les essais d'acceptation.

1.4.5 *Essais de contrôle de fabrication*

Les essais de contrôle de fabrication sont les essais effectués par le fabricant pour s'assurer que ses produits satisfont à la spécification.

1.4.6 *Règles générales*

La présente recommandation ne concerne que la procédure relative aux essais de type. La liste énumérant tous les essais possibles et l'ordre de leur exécution figure dans l'annexe A. Les feuilles particulières indiquent ceux d'entre ces essais qui doivent être effectués sur le type de fil ou câble envisagé.

Les échantillons seront représentatifs de la gamme de valeurs correspondant au type considéré.

Le nombre de spécimens à essayer fera l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

Cette recommandation ne fixe pas le nombre de défauts admissibles; ceci en effet est considéré comme une prérogative de l'autorité accordant l'approbation de type.

Note. — Une partie d'une gamme complète, ou des valeurs isolées, prévues dans ces recommandations, peuvent être soumises aux essais en vue d'obtenir une approbation limitée.

1.5 **Conditions normales d'essais**

Sauf spécification contraire, tous les essais seront exécutés dans les conditions spécifiées par la Publication 68 de la C E I: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique applicables aux matériels électroniques et à leurs composants.

Avant que les mesures ne soient faites, les câbles ou fils doivent être stockés à la température de mesure, pendant un temps suffisant pour permettre au câble ou fil entier d'atteindre cette température.

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

1.4.3 *Type approval*

Type approval is the decision by the proper authority (the customer himself or his nominee) that a particular manufacturer can be considered to be able to produce the type meeting the specification in reasonable quantities.

1.4.4 *Acceptance tests*

Acceptance tests are tests carried out to determine the acceptability of a consignment on the basis of an agreement between customer and manufacturer.

The agreement shall cover :

- a) size of samples;
- b) selection of tests;
- c) the extent to which tests specimens shall conform to the requirements for the selected tests of the specification.

Note. — In case of divergent test results, the I E C standard test methods shall be used for acceptance tests.

1.4.5 *Factory tests*

Factory tests are those tests carried out by the manufacturer to verify that his products meet the specification.

1.4.6 *General rules*

This Recommendation covers procedures for type tests only. A schedule of all possible tests and the order of their application is given in Appendix A. The relevant sheets shall specify which of these tests are to be applied to the cable or wire under consideration.

The samples shall be representative of the range of values of the type under consideration.

The appropriate number of specimens to be tested shall be agreed between customer and supplier.

This Recommendation does not specify the number of permissible failures; this is considered to be the prerogative of the authority giving type approval.

Note. — Part of a full range, or individual values, shown in this Recommendation may be submitted to the tests to gain limited approval.

1.5 **Standard conditions for testing**

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the conditions specified in I E C Publication 68, Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment.

Before any measurements are made, the cables or wires shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the entire cable or wire to reach this temperature.

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

SECTION DEUX — DIMENSIONS

2.1 Prélèvement et préparation des échantillons

2.1.1 *Enveloppe isolante*

On prélève des échantillons de conducteurs isolés de 10 cm de longueur environ aux deux extrémités du câble ou du fil. Un échantillon est prélevé à chaque extrémité. On dépouille l'enveloppe isolante de ses revêtements éventuels et on retire le conducteur en évitant d'endommager l'enveloppe isolante. L'éprouvette est sectionnée avec un couteau tranchant suivant une surface plane perpendiculaire à l'axe du conducteur.

2.1.2 *Gaine*

On prélève des échantillons du câble en état de livraison de 10 cm de longueur environ aux deux extrémités de celui-ci. Un échantillon est prélevé à chaque extrémité. On retire ensuite de la gaine les conducteurs isolés, les rubans d'assemblage et l'écran éventuel, etc., puis l'éprouvette est sectionnée avec un couteau tranchant suivant une surface plane perpendiculaire à l'axe du câble.

Note. — Si la gaine porte un marquage, les échantillons sont prélevés de façon à porter ce marquage.

2.1.3 *Câble ou fil en état de livraison*

On prélève des échantillons de câble ou de fil en état de livraison de 10 cm de longueur environ aux deux extrémités de celui-ci. Un échantillon est prélevé à chaque extrémité.

2.2 Vérification des dimensions

2.2.1 *Épaisseur minimale de l'enveloppe isolante ou de la gaine*

La vérification s'effectue sur les deux échantillons. L'échantillon préparé est placé sous un microscope de mesure avec sa section perpendiculaire à l'axe optique.

Un micromètre appliquant une pression comprise entre 5 et 8 N/cm² peut être également utilisé pour la vérification sur les échantillons de la gaine.

On recherche l'épaisseur minimale et on la mesure.

Note. — Le microscope ou le micromètre doit permettre la mesure des épaisseurs à 0,01 mm près.

2.2.2 *Diamètre du câble ou du fil en état de livraison*

La vérification s'effectue sur les deux échantillons.

Lorsque le diamètre du câble ou du fil atteint ou dépasse 10 mm, on mesure au moyen d'un ruban mince le périmètre de la circonférence extérieure des échantillons. Le ruban peut être gradué en millimètres de diamètre ou en millimètres réels, la valeur de π à utiliser étant 3,14. Le ruban est enroulé au milieu de l'échantillon à raison d'une spire complète. En cas de contestation de la valeur mesurée du diamètre, l'effort appliqué sur le ruban doit être le plus voisin possible de 2,5 N.

Lorsque le diamètre du câble ou du fil est inférieur à 10 mm, la mesure s'effectue au moyen d'un micromètre, suivant deux directions perpendiculaires, au milieu de l'échantillon.

Le micromètre doit être utilisé à la manière d'un calibre de mesure, le câble ou le fil pouvant tout juste coulisser entre ses touches.

SECTION TWO — DIMENSIONS

2.1 Selection and preparation of samples

2.1.1 *Insulation*

Samples of insulated conductors, approximately 10 cm in length, shall be taken at both ends of the cable or wire. One sample shall be taken at each end. Any covering(s) shall be removed from the insulation and the conductor withdrawn, care being taken not to damage the insulation. The insulation shall be cleanly cut at right angles to its longitudinal axis.

2.1.2 *Sheath*

Samples, approximately 10 cm in length, shall be taken from the finished cable at both ends. One sample shall be taken at each end. The insulated conductors, binding tapes and screening, if any, shall then be removed from the sheath, and the sample shall be cleanly cut at right angles to the axis of the cable.

Note. — If there is any marking on the sheath, the samples selected shall bear this marking.

2.1.3 *Finished cable or wire*

Samples of finished cable or wire, approximately 10 cm in length, shall be taken at both ends. One sample shall be taken at each end.

2.2 Measurement of dimensions

2.2.1 *Minimum thickness of insulation or sheath*

Both samples shall be measured. The prepared sample shall be placed under a measuring microscope with the plane of the cut at right angles to the optical axis.

A micrometer applying a pressure of between 5 and 8 N/cm² can also be used for measurement of samples of the sheath.

The minimum thickness shall be found and measured.

Note. — The microscope or the micrometer shall be capable of measuring the thickness to within 0.01 mm.

2.2.2 *Diameter of finished cable or wire*

Both samples shall be measured.

For cables or wires with a diameter of 10 mm or more, the external circumference of the samples shall be measured by means of a thin measuring tape. The tape may be graduated in millimetres of diameter or in millimetres of circumference, the value of π being taken as 3.14. The tape shall be wound round the sample for one complete turn. In case of dispute on the measured diameter, the force exerted on the tape shall be as close as possible to 2.5 N.

For cables and wires with a diameter up to 10 mm, the measurement shall be made with a micrometer in two directions at right angles in the middle of the sample.

The setting of the micrometer shall be such that the cable or the wire is a sliding fit between the anvils.

La valeur du diamètre mesurée au ruban ou la moyenne des deux valeurs mesurées au microscope est arrondie au 0,1 mm le plus proche.

2.2.3 *Épaisseur moyenne de l'enveloppe isolante ou de la gaine*

L'échantillon préparé est placé sous un microscope de mesure avec sa section perpendiculaire à l'axe optique.

On détermine l'épaisseur moyenne de l'enveloppe isolante ou de la gaine en mesurant l'épaisseur suivant quatre rayons faisant entre eux un angle de 90°, la première mesure étant effectuée suivant le rayon correspondant à l'épaisseur minimale.

La valeur moyenne des lectures est calculée en millimètres jusqu'à la deuxième décimale. Cette valeur est considérée comme l'épaisseur moyenne de l'enveloppe isolante ou de la gaine.

Note. — Cette mesure permet la détermination d'un des facteurs intervenant dans le calcul de la section de l'enveloppe isolante ou de la gaine. Elle s'effectue sur les échantillons prélevés, marqués et préparés en vue des essais de traction (voir paragraphe 3.2.1).

Le microscope doit permettre la lecture des épaisseurs à 0,01 mm près.

SECTION TROIS — ESSAIS MÉCANIQUES

Les qualités mécaniques des constituants du câble ou du fil se vérifient en effectuant des essais de traction sur des échantillons de conducteurs de cuivre à âme massive ainsi que sur des échantillons de l'enveloppe isolante et de la gaine en état de livraison et après vieillissement accéléré.

On contrôle également la non-adhérence de l'enveloppe isolante au conducteur.

3.1 **Prélèvement, marquage et préparation des éprouvettes en vue des essais de traction**

3.1.1 *Conducteurs*

Seuls les conducteurs à âme massive sont soumis aux essais de traction. Des échantillons d'une longueur suffisante sont prélevés aux extrémités du câble ou fil.

3.1.2 *Enveloppe isolante*

On prélève des échantillons de conducteurs isolés aux deux extrémités *a* et *b* du câble ou du fil. Trois éprouvettes d'essai de 10 cm de longueur environ sont sélectionnées dans chacun des deux lots d'échantillons et sont marquées consécutivement :

a_1	a_2	a_3
b_4	b_5	b_6

On dépouille l'enveloppe isolante de ses revêtements éventuels.

On retire le conducteur des éprouvettes à marquage impair en évitant d'endommager l'enveloppe isolante. Pour les autres éprouvettes, cette opération doit être effectuée après vieillissement accéléré.

On détermine ensuite la section de l'enveloppe isolante (voir paragraphe 3.2.1) puis on délimite, par deux traits repères au milieu des éprouvettes, une distance de 20 mm.

Les éprouvettes à marquage impair sont destinées à être soumises aux essais de traction en l'état de livraison.

Les éprouvettes à marquage pair ne doivent être soumises à ces essais qu'après vieillissement accéléré.

The value of the diameter measured with the tape, or the mean of the two values measured with the micrometer, shall be rounded off to the nearest tenth of a millimetre.

2.2.3 *Mean thickness of insulation or sheath*

The prepared sample shall be placed under a measuring microscope with the plane of the cut at right angles to the optical axis.

The mean thickness of the insulation or of the sheath shall be determined by measuring the thickness along four radii at right angles, the first measurement being made along the radius corresponding to the minimum thickness.

The mean value of the measurements shall be determined in millimetres to two decimal places. This value shall be considered to be the mean thickness of the insulation or of the sheath.

Note. — This measurement enables one of the factors occurring in the calculation of the cross-sectional area of the insulation or of the sheath to be determined. It shall be made on samples selected, marked and prepared for the tensile tests (see Sub-clause 3.2.1).

The microscope shall be capable of measuring the thickness to within 0.01 mm.

SECTION THREE — MECHANICAL TESTS

The mechanical qualities of the various parts of the cable or wire are determined by tensile tests on samples of the solid copper conductors and samples of the insulation and sheath as delivered and after accelerated ageing.

The stripping properties of the insulation shall also be checked.

3.1 **Selection, marking and preparation of samples for tensile tests**

3.1.1 *Conductors*

Solid conductors only shall be subjected to the tensile tests. Samples of convenient length shall be taken at the ends of the cable or wire.

3.1.2 *Insulation*

Samples of insulated conductors shall be taken at both ends *a* and *b* of the cable or wire. Three test specimens, approximately 10 cm in length, shall be taken from each lot of samples and marked in the following order :

a_1	a_2	a_3
b_4	b_5	b_6

Any covering(s) shall be removed from the insulation.

The conductor shall be withdrawn from test specimens marked with an odd number, care being taken not to damage the insulation. For the other test specimens this procedure shall take place after accelerated ageing.

The cross-sectional area of the insulation shall be determined (see Sub-clause 3.2.1), and a length of 20 mm then marked centrally on the specimen by two reference lines.

Test specimens marked with an odd number shall be subjected to the tensile tests as delivered.

Those marked with an even number shall be subjected to the tensile tests after accelerated ageing.

3.1.3 Gaine

On prélève un échantillon de câble en état de livraison aux deux extrémités a et b du câble.

Trois éprouvettes d'essai de 10 cm de longueur environ sont sélectionnées dans chacun des deux échantillons et sont marquées consécutivement :

$$\begin{array}{ccc} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_4 & b_5 & b_6 \end{array}$$

Si nécessaire, la gaine est coupée dans la direction des empreintes formées éventuellement par l'âme du câble, puis on retire les conducteurs isolés, rubans d'assemblage, écran éventuel, etc.

Le cas échéant, la gaine est meulée de façon à obtenir deux surfaces planes et parallèles en prenant soin d'éviter un échauffement exagéré.

Si le diamètre moyen sur gaine est supérieur à 12 mm, chaque éprouvette est découpée en forme d'haltère conforme à la figure 1, page 36.

On détermine ensuite la section des éprouvettes (voir paragraphe 3.2.2) et on délimite, par deux traits repères au milieu de celles-ci, une distance de 20 mm.

Les éprouvettes à marquage impair sont destinées à être soumises aux essais de traction en l'état de livraison.

Les éprouvettes à marquage pair ne doivent être soumises à ces essais qu'après vieillissement accéléré.

3.2 Détermination de la section en vue de l'essai de traction

On détermine la section des échantillons par l'une ou l'autre des méthodes définies ci-après.

En ce qui concerne les échantillons devant subir le vieillissement accéléré, les dimensions servant au calcul de la section sont mesurées après vieillissement.

3.2.1 Enveloppe isolante

Première méthode

La section S en millimètres carrés de l'enveloppe isolante est déterminée au moyen de la formule :

$$S = \pi (d + i)i$$

où i = épaisseur moyenne de l'enveloppe isolante en millimètres, déterminée selon la méthode indiquée au paragraphe 2.2.3;

d = diamètre nominal de l'âme du conducteur en millimètres spécifié dans les feuilles particulières;

$$\pi = 3,14.$$

3.1.3 Sheath

One sample shall be taken from the cable as delivered at both ends *a* and *b* of the cable.

Three test specimens, approximately 10 cm in length, shall be taken from each sample and marked in the following order :

$$\begin{array}{ccc} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_4 & b_5 & b_6 \end{array}$$

If necessary, the sheath shall be cut open in the direction of the ridges caused by the core, if there are such ridges. The insulated conductors, binding tapes, screening, if any, etc. shall be removed from the sheath.

The sheath shall be ground, if necessary, to obtain two flat and parallel surfaces, care being taken to avoid undue heating.

If the mean diameter over the sheath is more than 12 mm, a test strip according to Figure 1, page 36, shall be punched from each specimen.

The cross-sectional area of the test specimens shall be determined (see Sub-clause 3.2.2), and a length of 20 mm then marked centrally on the specimens by two reference lines.

Test specimens marked with an odd number shall be subjected to the tensile tests as delivered

Those marked with an even number shall be subjected to the tensile tests after accelerated ageing.

3.2 Measurement of cross-sectional area for tensile test

The cross-sectional area of the samples shall be determined by one or other of the methods described below.

In the case of samples to be subjected to accelerated ageing, the dimensions used for the calculation of cross-sectional area shall be measured after ageing.

3.2.1 Insulation

First method

The cross-sectional area *S* of the insulation shall be determined in square millimetres using the formula :

$$S = \pi (d + i)i$$

where *i* = mean thickness of the insulation in millimetres, measured as described under Sub-clause 2.2.3;

d = nominal diameter of the conductor in millimetres, given in the relevant specification sheets

$$\pi = 3.14.$$

Deuxième méthode

La section S en millimètres carrés de l'enveloppe isolante est déterminée au moyen de la formule :

$$S = \pi (D - i) i$$

où i = épaisseur moyenne de l'enveloppe isolante en millimètres, déterminée selon la méthode indiquée au paragraphe 2.2.3;

D = diamètre du conducteur isolé en millimètres, déterminé selon la méthode indiquée au paragraphe 2.2.2 pour les fils de moins de 10 mm de diamètre, la moyenne des deux valeurs mesurées au micromètre étant arrondie au 0,01 mm le plus proche;

$$\pi = 3,14.$$

3.2.2. Gaine

Première méthode

Lorsque les éprouvettes proviennent d'un câble dont le diamètre moyen sur gaine est inférieur ou égal à 12 mm, la section S en millimètres carrés de la gaine est déterminée au moyen de la formule :

$$S = \frac{V}{l}$$

où V = volume de l'éprouvette en millimètres cubes, mesuré par immersion dans une solution d'alcool à 96 % de pureté, contenue dans un récipient calibré à 20 °C;

l = longueur de l'éprouvette en millimètres.

Deuxième méthode

Lorsque les éprouvettes proviennent d'un câble dont le diamètre moyen sur gaine est inférieur ou égal à 12 mm, la section S en millimètres carrés de la gaine est déterminée au moyen de la formule :

$$S = \pi (D - i) i$$

où i = épaisseur moyenne de la gaine en millimètres, déterminée selon la méthode indiquée au paragraphe 2.2.3;

D = diamètre de câble sur gaine en millimètres, déterminé selon la méthode indiquée au paragraphe 2.2.2;

$$\pi = 3,14.$$

Troisième méthode

Lorsque le diamètre moyen du câble sur gaine est supérieur à 12 mm, l'épaisseur de l'éprouvette en forme d'haltère (figure 1) est mesurée au moyen d'un micromètre ou d'un instrument analogue, en appliquant une pression comprise entre 5 et 8 N/cm².

La section de l'éprouvette, exprimée en millimètres, est déterminée à partir de sa largeur minimale et de l'épaisseur ainsi mesurée.

3.3 Essai de traction

L'essai de traction est effectué après préconditionnement des éprouvettes à une température de 20 ± 1 °C pendant 10 heures au moins; il débute au plus tard 5 minutes après les avoir retirées de l'enceinte de préconditionnement.

Les éprouvettes sont placées dans une machine de traction de telle façon que la longueur libre entre mâchoires soit d'environ 100 mm pour les conducteurs et d'environ 50 mm pour l'enveloppe isolante et la gaine.

Second method

The cross-sectional area S of the insulation shall be determined in square millimetres using the formula :

$$S = \pi (D - i) i$$

where i = mean thickness of the insulation, in millimetres, measured as described under Sub-clause 2.2.3;

D = diameter of the insulated conductor in millimetres, measured as described under Sub-clause 2.2.2 for wires with a diameter up to 10 mm, the mean of the two values measured with the micrometer being rounded off to the nearest one hundredth millimetre;

$$\pi = 3.14.$$

3.2.2 Sheath

First method

If the mean diameter over the sheath does not exceed 12 mm, the cross-sectional area S of the sheath shall be determined in square millimetres on the test specimen using the formula :

$$S = \frac{V}{l}$$

where V = volume of the test specimen in cubic millimetres, ascertained by immersion in alcohol of 96% purity contained in a measuring glass calibrated at 20 °C;

l = length of the test specimen in millimetres.

Second method

If the mean diameter over the sheath does not exceed 12 mm, the cross-sectional area S of the sheath shall be determined in square millimetres on the test specimens using the formula :

$$S = \pi (D - i) i$$

where i = mean thickness of the sheath in millimetres, measured as described under Sub-clause 2.2.3;

D = diameter of cable over the sheath in millimetres, measured as described under Sub-clause 2.2.2;

$$\pi = 3.14.$$

Third method

If the mean diameter over the sheath is more than 12 mm, the thickness of the test strip (Figure 1) shall be measured by means of a micrometer or the like, applying a pressure between 5 and 8 N/cm².

The cross-sectional area of the test strip shall be determined in square millimetres from the smallest width and the measured thickness.

3.3 Tensile test

The tensile test shall be carried out after the test specimens have been conditioned at a temperature of 20 ± 1 °C for at least 10 hours; the test shall be started within 5 minutes after removing from the conditioning atmosphere.

The test specimens shall be placed in a tensile machine in such a way that the free length between the jaws is approximately 100 mm for the conductor and approximately 50 mm for the insulation and the sheath.

La vitesse de traction est d'environ 100 mm/min pour le conducteur, elle est comprise entre 250 et 350 mm/min pour l'enveloppe isolante et la gaine.

On détermine l'allongement à la rupture en mesurant la distance qui sépare les deux traits repères au moment de la rupture et en calculant le pourcentage d'allongement par rapport à la distance mesurée avant l'essai.

3.4 Vérification de la non-adhérence de l'enveloppe isolante

La vérification s'effectue soit en retirant l'enveloppe isolante de quelques échantillons de conducteurs au moyen d'une pince à dénuder ordinaire, soit, en cas de désaccord, par une méthode objective qui est à l'étude.

SECTION QUATRE — ESSAIS THERMIQUES ET CLIMATIQUES

4.1 Vieillessement accéléré

Le but du vieillissement accéléré est de conditionner les échantillons de l'enveloppe isolante et de la gaine de manière à les amener rapidement dans un état qu'ils n'acquièrent normalement qu'après un temps assez long.

Le vieillissement accéléré est réalisé dans une atmosphère qui a la composition et la pression de l'air ambiant.

Les éprouvettes de l'enveloppe isolante et de la gaine prélevées et marquées (avec leurs âmes lorsqu'il s'agit des enveloppes isolantes) sont suspendues librement dans une étuve à air chaud renouvelé par tirage naturel. Elles y sont maintenues pendant 7×24 heures à une température de 80 ± 2 °C. Immédiatement après, elles sont retirées et laissées au repos pendant 16 heures au moins à la température et à la pression de l'air ambiant, en évitant l'exposition directe à la lumière.

4.2 Essai de déformation à chaud

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure la gaine du câble résiste à la déformation lorsque le câble soumis à des températures modérément élevées subit une pression mécanique.

Un échantillon de 10 cm de longueur environ du câble en état de livraison est prélevé à chaque extrémité du câble.

Une bande est ensuite découpée dans la gaine; si celle-ci présente des empreintes causées par l'âme du câble, la bande est découpée dans la direction des empreintes de façon à comporter au moins un sillon sur toute sa longueur. La largeur de la bande correspond à environ un tiers de la circonférence de la gaine.

L'échantillon est placé sur une broche métallique horizontale de forme cylindrique ayant approximativement le diamètre du câble sous gaine.

L'ensemble est maintenu pendant 16 heures dans une étuve à la température de 80 ± 2 °C.

On applique ensuite à l'échantillon, au moyen de l'appareil d'essai représenté sur la figure 2, page 36, une force dont la valeur est donnée dans le tableau suivant. La lame en contact avec l'échantillon est placée perpendiculairement à l'axe de la broche.

The speed of the tensile machine shall be about 100 mm/min for conductors, and between 250 and 350 mm/min for insulation and sheath.

The elongation at break shall be determined by measuring the distance separating the two marking lines at the moment of rupture, and then calculating the percentage elongation in relation to the distance measured before the test.

3.4 Stripping properties of insulation

The check shall be carried out by stripping the insulation from some samples by means of normal stripping pliers, or, in case of dispute, by an objective method under consideration.

SECTION FOUR — THERMAL STABILITY AND CLIMATIC TESTS

4.1 Accelerated ageing

The object of accelerated ageing is to condition the samples of insulation and sheath so that they are brought rapidly to a state normally reached after a long time.

The accelerated ageing test shall be carried out in an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air.

The selected and marked test specimens of insulation and sheath (with conductor in the case of insulation) shall be suspended freely in a hot-air oven with natural circulation of air. They shall be kept for 7×24 hours at a temperature of 80 ± 2 °C. Immediately afterwards they shall be removed and allowed to recover for at least 16 hours at the temperature and the pressure of the ambient air, avoiding direct light.

4.2 Pressure test

The object of this test is to determine the extent to which the cable sheath can withstand deformation when the cable subjected to moderately high temperatures undergoes mechanical pressure.

A piece of finished cable, approximately 10 cm in length, shall be taken at each end of the cable.

A strip shall be cut from the sheath; if the sheath shows ridges caused by the core, the strip shall be cut in the direction of the ridges so that it contains at least one groove throughout its length. The width of the strip shall correspond to approximately one third of the circumference of the sheath.

The strip shall be placed on a horizontal cylindrical metal pin having approximately the diameter of the cable under the sheath.

The strip on the pin shall be placed in an oven and kept for 16 hours at a temperature of 80 ± 2 °C.

A load in accordance with the following table shall then be applied by means of the test apparatus illustrated in Figure 2, page 36. The blade in contact with the strip shall be placed perpendicularly to the axis of the pin.

Diamètre moyen du câble sur gaine mm (selon paragraphe 2.2.2)	Force N
Jusqu'à 6 inclus	2,5
de 6 à 8 inclus	3,0
de 8 à 10 inclus	3,5
de 10 à 12 inclus	4,0
de 12 à 15 inclus	4,5
de 15 à 19 inclus	5,0
de 19 à 23 inclus	5,5
de 23 à 28 inclus	6,0
de 28 à 35 inclus	6,5
plus de 35	7,0

L'échantillon, avec la lame en contact, est maintenu pendant 4 heures dans l'étuve à cette condition.

Il est ensuite retiré de l'étuve et de l'appareil et, au cours des 10 secondes qui suivent, refroidi par immersion dans l'eau froide.

On mesure l'épaisseur de la gaine à l'endroit de l'empreinte formée par la lame et à une distance d'environ 1 cm de part et d'autre de cet endroit au moyen d'un microscope de mesure. On calcule la valeur moyenne de ces deux dernières lectures et on la compare à l'épaisseur à l'endroit de l'empreinte, ce qui détermine le pourcentage de déformation.

4.3 Essai de non-propagation de la flamme

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure le câble ou le fil est susceptible de propager ou d'activer la flamme.

L'essai s'effectue sur trois échantillons de câble ou de fil en état de livraison de 30 cm de longueur environ.

On procède en air calme et on utilise un brûleur Bunsen de 9 mm d'ouverture, alimenté au gaz de ville.

Le brûleur, maintenu en position verticale, est réglé de façon que la longueur de la flamme soit de 10 cm et celle du dard de 5 cm.

Dans le cas où le gaz de ville ne peut être utilisé, un autre gaz est autorisé à condition d'avoir réglé convenablement la flamme.

L'axe du brûleur est ensuite incliné d'un angle de 45° par rapport à la verticale. L'échantillon fait un angle de 45° avec la verticale, de façon que son axe se trouve dans un plan vertical perpendiculaire au plan vertical contenant l'axe du brûleur.

Sa position est telle qu'il passe par le centre de la flamme à 10 cm de son extrémité inférieure, la distance entre l'échantillon et l'ouverture du brûleur étant de 3,5 cm.

L'échantillon est maintenu dans la flamme pendant 1 minute.

On examine la propagation de la combustion de l'échantillon et on mesure le temps nécessaire à son extinction après le retrait de la flamme.

4.4 Essai d'enroulement à basse température

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure il peut être toléré que le câble ou le fil soit mis en œuvre après exposition à basse température.

Mean diameter of cable over sheath (see Sub-clause 2.2.2) mm	Load N
Up to and including 6	2.5
over 6 up to and including 8	3.0
over 8 " " 10	3.5
over 10 " " 12	4.0
over 12 " " 15	4.5
over 15 " " 19	5.0
over 19 " " 23	5.5
over 23 " " 28	6.0
over 28 " " 35	6.5
over 35	7.0

The apparatus, with the strip in position, shall be maintained in this condition in the oven for 4 hours.

The strip shall then be removed from the oven and apparatus, and cooled within 10 seconds by immersion in cold water.

The thickness of the sheath shall be measured at the point of impression, and at points about 1 cm away on both sides of the impression, by means of a measuring microscope. The mean value of these last two measurements shall be calculated and compared with the thickness at the point of impression to determine the percentage deformation.

4.3 Resistance to flame propagation

The object of this test is to determine the extent to which the cable or wire is capable of supporting or spreading combustion.

The test shall be carried out on three samples of the finished cable or wire, each approximately 30 cm in length.

The test shall be made in still air with a Bunsen burner, having a nozzle with an internal diameter of 9 mm and supplied with town gas.

With the burner in the vertical position, the flame shall be adjusted to an overall length of 10 cm and a cone length of 5 cm.

In the case where town gas cannot be used, another gas is authorized provided the flame has been suitably adjusted.

The burner shall then be supported with its axis at an angle of 45° to the vertical. The sample shall be held at an angle of 45° to the vertical, with its axis in a vertical plane at right angles to the vertical plane containing the axis of the burner.

Its position shall be such that it passes through the centre of the flame, 10 cm from its lower end, the distance between the sample and the nozzle of the burner being 3.5 cm.

The sample shall remain in the flame for 1 minute.

The propagation of the flame on the sample shall be examined, and the time taken for the flame to go out after removal from the burner shall be noted.

4.4 Cold bend test

The object of this test is to determine the extent to which the cable or wire may be used after exposure to low temperature.

4.4.1 Enveloppe isolante

Deux échantillons de conducteurs isolés, de longueur suffisante, sont soumis à l'essai suivant :

Les échantillons dépouillés de leurs revêtements éventuels, sont placés pendant 2 heures dans une enceinte refroidie à -10 ± 1 °C. Sans les retirer de l'enceinte, ils sont ensuite enroulés en hélice, à raison de trois spires jointives complètes sur un mandrin porté à la même température.

Le diamètre du mandrin doit avoir la valeur arrondie au millimètre le plus proche, de trois fois le diamètre moyen du conducteur isolé. Le diamètre moyen du conducteur isolé peut être calculé en augmentant le diamètre nominal du conducteur de deux fois l'épaisseur moyenne de l'enveloppe isolante mesurée selon la méthode décrite dans le paragraphe 2.2.3.

La vitesse d'enroulement est d'environ une spire par seconde.

Les échantillons sont alors examinés à l'œil nu.

4.4.2 Gaine

Deux échantillons de longueur suffisante du câble en état de livraison sont soumis à l'essai suivant :

Les échantillons sont placés pendant 16 heures dans une enceinte refroidie à -10 ± 1 °C. Sans les retirer de l'enceinte, ils sont ensuite enroulés en hélice, à raison de trois spires jointives complètes, sur un mandrin ayant la même température.

Le diamètre du mandrin est spécifié en fonction du diamètre sur gaine du câble dans le tableau suivant :

Diamètre du câble sur gaine (selon paragraphe 2.2.2) mm	Diamètre du mandrin mm
Jusqu'à 10 inclus	20
de 10 à 12 inclus	40
de 12 à 15 inclus	65
de 15 à 19 inclus	100
de 19 à 23 inclus	140
de 23 à 28 inclus	180
de 28 à 35 inclus	300
plus de 35	500

La vitesse d'enroulement doit être d'environ une spire par 5 secondes.

Les échantillons sont alors examinés à l'œil nu.

4.5 Essai de choc thermique

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure l'enveloppe isolante ou la gaine supporte sans dommage des variations de température.

4.5.1 Enveloppe isolante.

Deux échantillons de conducteurs isolés, de longueur suffisante, sont soumis à l'essai suivant :

4.4.1 Insulation

Two samples of insulated conductor of adequate length shall be subjected to the following test :

The samples, stripped of their covering(s), if any, shall be placed for 2 hours in a chamber cooled to $-10 \pm 1^\circ\text{C}$. Without removing them from the chamber, they shall then be wound helically for three complete contiguous turns round a mandrel having the same temperature.

The mandrel diameter shall have the value, rounded off to the nearest whole millimetre, of three times the mean overall diameter of the insulated conductor. The mean overall diameter of the insulated conductor may be calculated from the nominal diameter of the conductor plus twice the mean thickness of the insulation, measured as described in Sub-clause 2.2.3.

The rate of winding shall be approximately one turn per second.

The samples shall then be examined with the naked eye.

4.4.2 Sheath

Two samples of adequate length taken from the finished cable shall be subjected to the following test :

The samples shall be placed for 16 hours in a chamber cooled to $-10 \pm 1^\circ\text{C}$. Without removing them from the chamber, they shall be wound helically for three complete contiguous turns round a mandrel having the same temperature.

The diameter of the mandrel is specified as a function of the diameter over the sheath of the cable in the following Table :

Diameter of cable over sheath (see Sub-clause 2.2.2) mm		Mandrel diameter mm
Up to and including	10	20
over 10 up to and including	12	40
over 12 " "	15	65
over 15 " "	19	100
over 19 " "	23	140
over 23 " "	28	180
over 28 " "	35	300
over 35		500

The rate of winding shall approximately be one turn per 5 seconds.

The samples shall then be examined with the naked eye.

4.5 Heat shock test

The object of this test is to determine the extent to which the insulation or the sheath withstands variations in temperature without suffering damage.

4.5.1 Insulation

Two samples of insulated conductor of adequate length shall be subjected to the following test :

Les échantillons, dépouillés de leurs revêtements éventuels, sont enroulés en hélice, à raison de trois spires jointives complètes sur un mandrin cylindrique dont le diamètre est spécifié dans le paragraphe 4.4.1.

Chaque échantillon sur mandrin est placé dans une étuve dont l'atmosphère a la composition et la pression de l'air ambiant et est maintenue à une température de 150 ± 2 °C pendant 1 heure.

A l'expiration de ce délai, on examine l'échantillon à l'œil nu sans le retirer du mandrin.

4.5.2 Gaine

Dans deux échantillons prélevés aux deux extrémités du câble, une bande de 4 mm de largeur et de longueur suffisante est découpée dans la gaine, dans la direction de l'axe du câble.

Chaque éprouvette est enroulée à raison de six spires jointives sur un mandrin dont le diamètre est spécifié dans le tableau suivant :

Epaisseur minimale de la gaine mm	Diamètre du mandrin mm
Jusqu'à 1 inclus	5
Plus de 1	10

Chaque échantillon sur mandrin est placé dans une étuve dont l'atmosphère a la composition et la pression de l'air ambiant et est maintenue à la température de 150 ± 2 °C pendant 1 heure.

A l'expiration de ce délai, on examine l'échantillon à l'œil nu sans le retirer du mandrin.

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

Le but de cet essai est de vérifier dans quelle mesure l'enveloppe isolante a subi une contraction après échauffement du conducteur.

Deux échantillons de conducteurs isolés de 15 cm de longueur environ sont soumis à l'essai suivant :

Chaque échantillon est dépouillé de ses revêtements éventuels et on lui donne une forme aussi rectiligne que possible. On marque deux traits distants de 100 mm sur l'enveloppe isolante; à partir de ces traits on enlève les deux extrémités de l'enveloppe isolante.

Les échantillons sont ensuite placés dans une étuve dont l'atmosphère a la composition et la pression de l'air ambiant et sont maintenus à une température de 150 ± 2 °C pendant 15 minutes. A l'expiration de ce délai, les échantillons sont retirés de l'étuve et refroidis à la température ambiante pendant 1 heure. On mesure alors la longueur de l'enveloppe isolante et on calcule le pourcentage de contraction.

4.7 Essai de soudage des conducteurs étamés

Le but de cet essai est de déterminer dans quelle mesure la couche d'étain recouvrant les conducteurs permet des soudures aisées.

The samples, stripped of their covering(s), if any, shall be wound helically for three complete contiguous turns round a mandrel of diameter as specified in Sub-clause 4.4.1.

Each sample on its mandrel shall be placed in an oven, the atmosphere of which has the composition and pressure of ambient air, and maintained at a temperature of 150 ± 2 °C for 1 hour.

After this period, the sample shall be examined with the naked eye while still on the mandrel.

4.5.2 Sheath

From each of two samples, taken from the two ends of the cable, a test specimen, 4 mm wide and of convenient length, shall be cut from the sheath in the direction of the axis of the cable.

Each test specimen shall be wound helically for six complete contiguous turns round a mandrel of diameter as specified in the following Table :

Minimum thickness of the sheath mm	Mandrel diameter mm
Up to and including 1	5
More than 1	10

Each sample on its mandrel shall be placed in an oven, the atmosphere of which has the composition and pressure of ambient air, and maintained at a temperature of 150 ± 2 °C for 1 hour.

After this period, the sample shall be examined with the naked eye while still on the mandrel.

4.6 Measurement of insulation shrinkage after overheating of conductor

The object of this test is to check the extent to which the insulation shrinks after overheating of the conductor.

Two samples of insulated conductor, approximately 15 cm in length, shall be subjected to the following test:

Each sample shall be stripped of its covering(s), if any, and made as straight as possible. A length of 100 mm shall be marked on the insulation by two lines; the insulation shall be removed beyond these lines.

The samples shall then be placed in an oven, the atmosphere of which has the composition and pressure of ambient air, and maintained at a temperature of 150 ± 2 °C for 15 minutes. After this period, the samples shall be removed from the oven and cooled down to ambient temperature within 1 hour. The length of the insulation shall then be measured, and the percentage of shrinkage calculated.

4.7 Solder test on tinned conductors

The object of this test is to determine the extent to which the tin coating of the conductors permits easy soldering.

La vérification s'effectue par la méthode du bain de soudure décrite ci-après.

4.7.1 Description du bain de soudure

Le bain de soudure doit avoir un volume suffisant pour que la température de la soudure reste uniforme au moment de l'introduction du conducteur. Il doit être muni d'un dispositif permettant de maintenir la température de la soudure à la température spécifiée dans le paragraphe 4.7.2.

Des précautions doivent être prises pour assurer l'uniformité de la température de la masse de la soudure dans les limites spécifiées au paragraphe 4.7.2.

La surface apparente du bain doit être réduite le plus possible en utilisant une feuille d'amiante, de façon que le conducteur ne soit pas chauffé par le rayonnement direct du bain.

4.7.2 Procédure d'essai

La température du bain de soudure est de 270 ± 10 °C. La surface du bain doit être maintenue propre et brillante et immédiatement avant toute immersion des conducteurs, un morceau de soudure est jeté au milieu du bain. Cette soudure doit avoir une longueur d'environ 12 mm et un diamètre d'environ 1,6 mm et être constituée par un alliage étain-plomb à 60/40 avec une âme de résine neutre. On ne doit utiliser pour cet essai aucun autre fondant.

Note. — Le terme « résine neutre » est utilisé ici dans le sens de « résine végétale type WW ».

Bien que cette résine soit largement connue sous le nom de « résine blanche » (water white), elle est en réalité de couleur claire et ambrée.

Aussitôt que la soudure ajoutée a fondu, l'extrémité dénudée du conducteur est trempée sur une longueur de 10 mm dans le sens de son axe longitudinal dans le bain de soudure. La durée de l'immersion doit être de $2 \pm 0,5$ secondes.

Les conducteurs sont alors examinés en ce qui concerne la qualité de l'étamage.

SECTION CINQ — ESSAIS ÉLECTRIQUES

5.1 Résistance électrique des conducteurs

La résistance électrique des conducteurs est mesurée sur le câble ou sur le fil en état de livraison, au moyen d'un dispositif n'introduisant pas d'erreur de mesure supérieure à 0,5% de la valeur à déterminer.

La valeur mesurée corrigée proportionnellement à la longueur et exprimée en ohms/kilomètre est ramenée à la température de référence de 20 °C.

Pour les conducteurs de cuivre, on procède à la correction de température en multipliant la valeur mesurée par le facteur k :

$$k = \frac{1}{1 + 0,00393 (t - 20)}$$

Dans cette formule t représente la température en degrés Celsius à laquelle la mesure a été effectuée.

Note. — Pour procéder à la correction de longueur, on multiplie la valeur mesurée par le facteur $\frac{1}{L}$ (L étant la longueur du câble exprimée en kilomètres).

Compliance shall be checked by the solder bath method as follows.

4.7.1 *Description of solder bath*

The solder bath shall be of sufficient volume to ensure that the temperature of the solder remains uniform when introducing the conductor. It shall be provided with means of maintaining the temperature of the solder at the temperature specified in Sub-clause 4.7.2.

Precautions shall be taken to ensure uniformity of temperature throughout the mass of the solder within the limits specified in Sub-clause 4.7.2.

The exposed area of the surface of the solder shall be reduced as far as possible by the use of a sheet of asbestos so that the conductor shall not be heated by direct radiation from the bath.

4.7.2 *Procedure*

The temperature of the solder bath shall be 270 ± 10 °C. The surface of the bath shall be kept clean and bright and immediately before the immersion of the conductor a piece of solder shall be dropped into the middle of the bath. This solder, approximately 12 mm long and 1.6 mm diameter, shall be of 60/40 tin-lead alloy with a non-activated resin core. No other flux shall be used for this test.

Note. — The term “non-activated” is intended to mean “pure wood resin, grade WW”.

Although widely known as “water white” it is actually a clear pale amber colour.

As soon as the added solder has melted, the stripped end of the conductor shall be immersed to a length of 10 mm in the direction of its longitudinal axis into the bath. The duration of the immersion shall be 2 ± 0.5 seconds.

The conductors shall then be examined for tinning.

SECTION FIVE — ELECTRICAL TESTS

5.1 **Electrical resistance of conductors**

The electrical resistance shall be measured on the finished cable or wire by means of a device capable of measuring accurately to within 0.5% of the value to be determined.

The measured value, corrected proportionately to the length, and expressed in ohms/kilometre, shall be referred to the standard temperature of 20 °C.

For copper conductors the resistance shall be corrected to the standard temperature by multiplying the measured value by the factor k , where :

$$k = \frac{1}{1 + 0.00393 (t - 20)}$$

In this formula, t is the temperature in Celsius degrees at which the measurement is made.

Note. — To correct the value proportionately to the length, the measured resistance shall be multiplied by the factor $\frac{1}{L}$ (L being the length of the cable in kilometres).

5.2 Rigidité diélectrique

Cet essai s'effectue avant la mesure de la résistance d'isolement faisant l'objet du paragraphe 5.3.

La rigidité diélectrique de l'enveloppe isolante est contrôlée sur le câble ou sur un échantillon de fil en état de livraison, au moyen d'une source de tension réglable continue ou alternative. Dans ce dernier cas la forme de l'onde doit être approximativement sinusoïdale, la fréquence doit être comprise entre 40 Hz et 60 Hz et la tension à prendre en considération est exprimée en valeur efficace.

La valeur de la tension d'essai, ainsi que la durée d'application de cette dernière sont précisées dans les feuilles particulières.

Une résistance de protection, de valeur suffisamment élevée, est insérée dans le circuit reliant la source de tension à la structure à contrôler.

5.2.1 Fils

Fils sans écran

Un échantillon de fil en état de livraison, d'environ 10 m de longueur est enroulé à spires jointives sur un mandrin métallique de 100 mm de diamètre. Pendant l'enroulement, l'effort exercé sur le fil ne doit pas être inférieur à 5 N.

La tension est appliquée progressivement et successivement entre chaque conducteur et les autres connectés au mandrin.

La pleine tension est maintenue pendant le temps imposé.

Fils avec écran

Un échantillon de fil en état de livraison, d'environ 10 m de longueur, est enroulé en une couronne dont le diamètre correspond approximativement à celui des couronnes usuelles de livraison.

L'échantillon est débarrassé à ses deux extrémités de son écran et de son enveloppe isolante sur une longueur d'au moins 5 cm. Les extrémités de l'écran sont ensuite soigneusement éloignées des extrémités des conducteurs dénudés et maintenues dans cette position au moyen d'un ruban isolant.

La tension est appliquée progressivement et successivement entre chaque conducteur et les autres connectés à l'écran.

Note. — Si le fil comporte plusieurs conducteurs isolés, pourvus chacun d'un écran, les écrans doivent être raccordés entre eux.

La pleine tension est maintenue pendant le temps imposé.

5.2.2 Câbles

L'essai s'effectue sur les longueurs entières de câble terminé.

La tension est appliquée progressivement et successivement :

- entre un conducteur quelconque et tous les autres plus l'écran (si celui-ci existe) reliés à la terre lorsque l'unité de câblage est le fil simple;
- entre un groupe de conducteurs et l'autre groupe relié à la terre lorsque l'unité de câblage est la paire (par groupe on entend soit tous les conducteurs *a* reliés entre eux, soit tous les conducteurs *b* reliés entre eux); l'écran, lorsqu'il existe, est relié successivement au groupe mis à la terre;

5.2 Dielectric strength

This test shall be carried out before the measurement of insulation resistance described in Sub-clause 5.3.

The dielectric strength of the insulation shall be checked on the finished cable or on a sample of wire. The test voltage may be either d.c. or a.c. In the latter case, the waveform shall be approximately sinusoidal. The frequency shall be between 40 Hz (c/s) and 60 Hz (c/s), and the voltage to be taken into consideration shall be expressed as an r.m.s. value.

The value of the test voltage and the duration of application are specified in the relevant specification sheets.

A protective resistance of adequately high value shall be connected in the circuit supplying the test voltage to the sample under test.

5.2.1 Wires

Unscreened wires

A sample of the finished wire, approximately 10 m in length, shall be wound helically in contiguous turns round a metallic mandrel of 100 mm diameter. The force exerted on the wire during winding shall be not less than 5 N.

The voltage shall be applied gradually and consecutively between each conductor and all others connected to the mandrel.

The full voltage shall be maintained for the specified period.

Screened wires

A sample of the finished wire, approximately 10 m in length, shall be wound in a coil, the diameter of which is approximately the usual diameter of delivery coils.

The screen and the insulation shall then be removed for a length of at least 5 cm at each end of the sample. The ends of the screen shall be carefully pushed back from the ends of the conductors and be maintained in this position with tape.

The voltage shall be applied gradually and consecutively between each conductor and all others connected to the screen.

Note. — If the insulated conductors are individually screened, the screens shall be connected together.

The full voltage shall be maintained for the specified period.

5.2.2 Cables

The test shall be carried out on complete lengths of the finished cable.

The voltage shall be applied gradually and consecutively :

- between any conductor and all others plus the screen, if any, connected to earth, if the cabling element is a single wire;
- between either group and the other group connected to earth if the cabling element is a pair (a group is all conductors *a* connected together, or all conductors *b* connected together); the screen, if any, shall be connected in turn to the earthed group;

- entre un groupe quelconque de conducteurs et les deux autres groupes reliés à la terre lorsque l'unité de câblage est la tierce (par groupe on entend, soit tous les conducteurs *a* reliés entre eux, soit tous les conducteurs *b* reliés entre eux, soit tous les conducteurs *c* reliés entre eux); l'écran, lorsqu'il existe, est relié aux deux groupes interconnectés;
- entre un groupe quelconque de conducteurs et l'autre groupe relié à la terre lorsque l'unité de câblage est la quarte-étoile (par groupe on entend soit tous les conducteurs *a* et *b* reliés entre eux, soit tous les conducteurs *c* et *d* reliés entre eux); l'écran, lorsqu'il existe, est relié successivement au groupe mis à la terre;
- entre un groupe quelconque et les quatre autres groupes reliés à la terre lorsque l'unité de câblage est la quinte; l'écran, lorsqu'il existe, est relié aux quatre groupes interconnectés.

La pleine tension est maintenue pendant le temps imposé.

5.3 Résistance d'isolement

Cette mesure s'effectue après l'essai de rigidité diélectrique faisant l'objet du paragraphe 5.2.

La résistance d'isolement est mesurée sur le câble ou sur un échantillon du fil en état de livraison, au moyen d'un dispositif n'introduisant pas d'erreur de mesure supérieure à 10% de la valeur à déterminer.

La force électromotrice d'alimentation est continue et est comprise entre 200 et 500 V.

La mesure s'effectue à la température de 20 ± 5 °C; en cas de contestation de la valeur de la résistance, elle doit être répétée à la température de 20 ± 1 °C.

5.3.1 Fils

Fils sans écran

Un échantillon de fil en état de livraison, d'environ 10 m de longueur est enroulé à spires jointives sur un mandrin métallique de 100 mm de diamètre. Le mandrin a été entreposé depuis 24 heures à la même température que le fil isolé. Pendant l'enroulement, l'effort exercé sur le fil ne doit pas être inférieur à 5 N.

La résistance d'isolement est mesurée, après une minute d'application de la tension, successivement entre chaque conducteur et les autres connectés au mandrin.

Fils avec écran

Un échantillon de fil en état de livraison, d'environ 10 m de longueur est enroulé en une couronne dont le diamètre correspond approximativement à celui des couronnes usuelles de livraison.

L'échantillon est débarrassé à ses deux extrémités de son écran et de son enveloppe isolante sur une longueur d'au moins 5 cm. Les extrémités de l'écran sont ensuite soigneusement éloignées des extrémités des conducteurs dénudés et maintenues dans cette position au moyen d'un ruban isolant.

La résistance d'isolement est mesurée, après une minute d'application de la tension, successivement entre chaque conducteur et les autres connectés à l'écran.

Note. — Si le fil comporte plusieurs conducteurs isolés pourvus chacun d'un écran, les écrans doivent être raccordés entre eux.