

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 317-1

Première édition — First edition

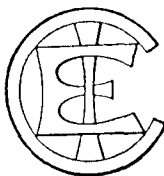
1970

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Première partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques

Specifications for particular types of winding wires

Part 1: Enamelled round copper wires with high mechanical properties



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 60317-1:1970

Withdrawn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 317-1

Première édition — First edition

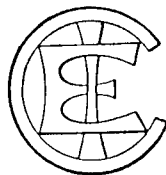
1970

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Première partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques

Specifications for particular types of winding wires

Part 1: Enamelled round copper wires with high mechanical properties



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
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Notes générales concernant les essais	6
4. Diamètre	8
5. Résistance électrique	10
6. Allongement	10
7. Effet de ressort	10
8. Souplesse et adhérence	10
9. Essai de choc thermique	14
10. Essai de thermoplasticité	14
11. Résistance à l'abrasion	16
12. Essai aux solvants	16
13. Tension de claquage	16
14. Continuité de l'isolation	18
15. Endurance thermique	20
16. Résistance aux réfrigérants	20
17. Essai de soudabilité	20
18. Essai d'adhérence par chaleur et par solvant	20
19. Tangente de l'angle de pertes diélectriques	20
20. Conditionnement	20
ANNEXE A — Méthode de calcul de la résistance linéique	22
ANNEXE B — Résistance nominale	24
Notes	
1. — Les diamètres de fils spécifiés dans la présente recommandation sont tirés de la Publication 182-1 de la CEI: Dimensions de base des fils de bobinage, Première partie: Diamètres de conducteurs pour fils de bobinage de section circulaire.	
2. — Les diamètres extérieurs maximaux spécifiés dans la présente recommandation sont tirés de la Publication 182-2 de la CEI: Dimensions de base des fils de bobinage, Deuxième partie: Diamètres extérieurs maximaux des fils de bobinage de section circulaire, émaillés.	

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7

Clause

1. Scope	7
2. Object	7
3. General notes on tests	7
4. Diameter	9
5. Resistance	11
6. Elongation	11
7. Springiness	11
8. Flexibility and adherence	11
9. Heat shock	15
10. Cut through	15
11. Resistance to abrasion	17
12. Solvent test	17
13. Breakdown voltage	17
14. Continuity of covering	19
15. Thermal endurance	21
16. Resistance to refrigerants	21
17. Solder test	21
18. Heat and solvent bonding test	21
19. Dielectric loss tangent	21
20. Packaging	21

APPENDIX A — Method of calculation of linear resistance	23
---	----

APPENDIX B — Nominal resistance	25
---	----

Notes 1.— The wire diameters used in this Recommendation have been derived from IEC Publication 182-1, Basic Dimensions of Winding Wires, Part 1: Diameters of Conductors for Round Winding Wires.

2.— The maximum over-all diameters in this Recommendation have been derived from IEC Publication 182-2, Basic Dimensions of Winding Wires, Part 2: Maximum Over-all Diameters of Enamelled Round Winding Wires.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

**Première partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé
à hautes propriétés mécaniques**

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 Comité d'Etudes N° 55 de la C E I : Fils de bobinage.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bucarest en 1962. De nouveaux projets furent discutés lors des réunions tenues à Vienne en 1963, à La Haye en 1965 et à Tel-Aviv en 1966. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1966. Des modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois et la Procédure des Deux Mois en avril 1966, en septembre et octobre 1967, et en février et septembre 1968.

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

Afrique du Sud	Israël
Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Canada	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Inde	Turquie
Iran	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES

Part 1: Enamelled round copper wires with high mechanical properties

FOREWORD

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

PREFACE

This Recommendation has been prepared by I E C Technical Committee No. 55, Winding Wires.

A first draft was discussed at the meeting held in Bucharest in 1962. New drafts were discussed at the meetings held in Vienna in 1963, in The Hague in 1965 and in Tel-Aviv in 1966. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1966. Amendments were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule and the Two Months' Procedure in April 1966, in September and October 1967 and in February and September 1968.

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

Australia	Italy
Austria	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Poland
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
India	Union of Soviet Socialist Republics
Iran	United Kingdom
Israel	United States of America

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Première partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques

INTRODUCTION

La présente recommandation constitue l'un des éléments d'une série traitant des fils isolés utilisés dans les enroulements des appareils électriques. Cette série doit comporter quatre groupes définissant respectivement :

- 1) Les dimensions de base.
- 2) Les méthodes d'essai.
- 3) Les spécifications pour des types particuliers de fils.
- 4) Le conditionnement.

Le système d'unités utilisé est le système SI; dans ce système le newton (symbole N) est l'unité de force; 1 newton = 0,102 kgf.

1. Domaine d'application

Cette recommandation concerne les fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques (fils de cuivre émaillés, par exemple, avec un émail de base acétal de polyvinyle).

La gamme des dimensions de fils couverte par la présente recommandation est:

- Grade 1 et Grade 2: 0,020 mm jusqu'à et y compris 5,000 mm.
- Grade 3: 0,080 mm jusqu'à et y compris 5,000 mm.

2. Objet

Recommander des exigences et des dimensions pour la gamme des fils mentionnée dans l'article 1.

3. Notes générales concernant les essais

Toutes les méthodes d'essai utilisées dans la présente recommandation figurent dans la Publication 251-1 de la CEI: Méthodes d'essai des fils de bobinage, Première partie: Fils émaillés à section circulaire, et les numéros d'articles dans les deux publications sont les mêmes pour les mêmes essais.

En cas de divergences entre la publication relative aux méthodes d'essai et la présente recommandation, la Publication 317-1 de la CEI prévaut.

Dans le cas où aucune gamme de dimensions n'est donnée pour un essai, l'essai s'applique à toutes les dimensions couvertes par la feuille particulière.

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et une humidité relative de 45 % à 75 %. Le fil doit, avant exécution des mesures, être préconditionné dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que le fil atteigne la stabilité.

Le fil * à essayer doit être prélevé de son conditionnement de façon qu'il ne soit pas soumis à une tension ou à des pliages inutiles. Avant chaque essai, il convient d'éliminer une longueur de fil suffisante pour être sûr que les échantillons ne comportent aucun fil endommagé.

* Lorsque le terme *fil* est utilisé, il indique le matériau isolé à l'état de livraison; lorsque le terme *conducteur* est utilisé, il indique le métal nu après enlèvement de l'émail.

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES

Part 1: Enamelled round copper wires with high mechanical properties

INTRODUCTION

This Recommendation is one of a series which will deal with insulated wires used for windings of electrical equipment. The series will have four groups describing:

- 1) Basic dimensions.
- 2) Methods of test.
- 3) Specifications for particular types of wires.
- 4) Packaging.

The SI system of units will be used in which the newton (symbol N) is the unit of force; 1 newton = 0.102 kgf.

1. Scope

This Recommendation relates to enamelled round copper wires with high mechanical properties, (copper wire covered with, for example, enamel on a polyvinylacetal base).

The range of sizes of wire covered by this Recommendation is:

- Grade 1 and Grade 2: 0.020 mm up to and including 5.000 mm.
- Grade 3: 0.080 mm up to and including 5.000 mm.

2. Object

To recommend requirements and dimensions for the ranges of wires referred to in Clause 1.

3. General notes on tests

All methods of test used in this Recommendation are given in I E C Publication 251-1, Methods of Test for Winding Wires, Part 1: Enamelled Round Wires, and the clause numbers used in both publications are the same for each test.

In case of inconsistencies between the publication on methods of test and this Recommendation, I E C Publication 317-1 shall prevail.

Where no specific range of sizes is given for a test, the test applies to all sizes covered by the specification sheet.

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out within a range of 15 °C to 35 °C and a relative humidity of 45% to 75%. Before measurements are made, the specimens shall be preconditioned under these atmospheric conditions for a time sufficient to allow the specimens to reach stability.

The wire* to be tested shall be removed from the packaging in such a way that the wire will not be subjected to tension or unnecessary bends. Before each test, discard sufficient wire to ensure that any damaged wire is not included in the test specimens.

* Where the word *wire* is used, it means the insulated material as received; where the word *conductor* is used, it means the bare metal after removal of the enamel.

4. Diamètre

4.2 Diamètre extérieur maximal

Le diamètre extérieur ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau I.

TABLEAU I

Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre extérieur maximal			Diamètre nominal du conducteur mm	Diamètre extérieur maximal		
	Grade 1 mm	Grade 2 mm	Grade 3 mm		Grade 1 mm	Grade 2 mm	Grade 3 mm
0,020	0,025	0,027	—	0,900	0,965	0,990	1,017
0,025	0,031	0,034	—	0,950	1,017	1,041	1,070
0,032	0,040	0,043	—	1,000	1,068	1,093	1,123
0,040	0,050	0,054	—	1,060	1,130	1,155	1,184
0,050	0,062	0,068	—	1,120	1,192	1,217	1,246
0,063	0,078	0,085	—	1,180	1,254	1,279	1,308
0,071	0,088	0,095	—	1,250	1,325	1,351	1,381
0,080	0,098	0,105	0,116	1,320	1,397	1,423	1,453
0,090	0,110	0,117	0,128	1,400	1,479	1,506	1,535
0,100	0,121	0,129	0,141	1,500	1,581	1,608	1,638
0,112	0,134	0,143	0,155	1,600	1,683	1,711	1,741
0,125	0,149	0,159	0,171	1,700	1,785	1,813	1,844
0,140	0,166	0,176	0,188	1,800	1,888	1,916	1,947
0,160	0,187	0,199	0,213	1,900	1,990	2,018	2,049
0,180	0,209	0,222	0,237	2,000	2,092	2,120	2,152
0,200	0,230	0,245	0,261	2,120	2,214	2,243	2,275
0,224	0,256	0,272	0,290	2,240	2,336	2,366	2,398
0,250	0,284	0,301	0,320	2,360	2,459	2,488	2,522
0,280	0,315	0,334	0,353	2,500	2,601	2,631	2,665
0,315	0,352	0,371	0,391	2,650	2,754	2,784	2,819
0,355	0,395	0,414	0,435	2,800	2,907	2,938	2,972
0,400	0,442	0,462	0,483	3,000	3,110	3,142	3,176
0,450	0,495	0,516	0,538	3,150	3,263	3,294	3,330
0,500	0,548	0,569	0,591	3,350	3,466	3,498	3,534
0,560	0,611	0,632	0,656	3,550	3,670	3,702	3,738
0,630	0,684	0,706	0,730	3,750	3,873	3,905	3,942
0,710	0,767	0,790	0,815	4,000	4,127	4,160	4,196
0,750	0,809	0,832	0,858	4,250	4,380	4,414	4,451
0,800	0,861	0,885	0,911	4,500	4,634	4,668	4,705
0,850	0,913	0,937	0,964	4,750	4,889	4,923	4,961
				5,000	5,142	5,177	5,215

4.3 Tolérance sur le diamètre du conducteur (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,070 mm)

Le diamètre du conducteur ne doit pas s'écarter du diamètre nominal d'une valeur supérieure aux tolérances données dans le tableau II.

Note. — Pour les fils de diamètre nominal du conducteur inférieur à 0,070 mm, les valeurs limites de résistance figurant dans le tableau III sont applicables.

4.4 Faux rond du conducteur (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,070 mm)

En chaque point, la différence entre le diamètre minimal et maximal ne doit pas être supérieure à la valeur des colonnes 2 et 4 du tableau II.

4. Diameter

4.2 Maximum over-all diameter

The over-all diameter shall not exceed the values given in Table I.

TABLE I

Nominal conductor diameter mm	Maximum over-all diameter			Nominal conductor diameter mm	Maximum over-all diameter		
	Grade 1 mm	Grade 2 mm	Grade 3 mm		Grade 1 mm	Grade 2 mm	Grade 3 mm
0.020	0.025	0.027	—	0.900	0.965	0.990	1.017
0.025	0.031	0.034	—	0.950	1.017	1.041	1.070
0.032	0.040	0.043	—	1.000	1.068	1.093	1.123
0.040	0.050	0.054	—	1.060	1.130	1.155	1.184
0.050	0.062	0.068	—	1.120	1.192	1.217	1.246
0.063	0.078	0.085	—	1.180	1.254	1.279	1.308
0.071	0.088	0.095	—	1.250	1.325	1.351	1.381
0.080	0.098	0.105	0.116	1.320	1.397	1.423	1.453
0.090	0.110	0.117	0.128	1.400	1.479	1.506	1.535
0.100	0.121	0.129	0.141	1.500	1.581	1.608	1.638
0.112	0.134	0.143	0.155	1.600	1.683	1.711	1.741
0.125	0.149	0.159	0.171	1.700	1.785	1.813	1.844
0.140	0.166	0.176	0.189	1.800	1.888	1.916	1.947
0.160	0.187	0.199	0.213	1.900	1.990	2.018	2.049
0.180	0.209	0.222	0.237	2.000	2.092	2.120	2.152
0.200	0.230	0.245	0.261	2.120	2.214	2.243	2.275
0.224	0.256	0.272	0.290	2.240	2.336	2.366	2.398
0.250	0.284	0.301	0.320	2.360	2.459	2.488	2.522
0.280	0.315	0.334	0.353	2.500	2.601	2.631	2.665
0.315	0.352	0.371	0.391	2.650	2.754	2.784	2.819
0.355	0.395	0.414	0.435	2.800	2.907	2.938	2.972
0.400	0.442	0.462	0.483	3.000	3.110	3.142	3.176
0.450	0.495	0.516	0.538	3.150	3.263	3.294	3.330
0.500	0.548	0.569	0.591	3.350	3.466	3.498	3.534
0.560	0.611	0.632	0.656	3.550	3.670	3.702	3.738
0.630	0.684	0.706	0.730	3.750	3.873	3.905	3.942
0.710	0.767	0.790	0.815	4.000	4.127	4.160	4.196
0.750	0.809	0.832	0.858	4.250	4.380	4.414	4.451
0.800	0.861	0.885	0.911	4.500	4.634	4.668	4.705
0.850	0.913	0.937	0.964	4.750	4.889	4.923	4.961
				5.000	5.142	5.177	5.215

4.3 Tolerance of conductor diameter (nominal conductor diameter over 0.070 mm)

The conductor diameter shall not differ from the nominal diameter by more than the limits given in Table II.

Note. — For wires < 0.070 mm nominal conductor diameter, the resistance limits given in Table III apply.

4.4 Out of roundness of conductor (nominal conductor diameter over 0.070 mm)

The difference between the minimum and maximum diameter, at any one point, shall not be more than the figure given in Columns 2 and 4 of Table II.

TABLEAU II

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance ± mm	Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance ± mm
0,071	0,003	1,250	0,013
0,080	0,003	1,320	0,013
0,090	0,003	1,400	0,014
0,100	0,003	1,500	0,015
0,112	0,003	1,600	0,016
0,125	0,003	1,700	0,017
0,140	0,003	1,800	0,018
0,160	0,003	1,900	0,019
0,180	0,003	2,000	0,020
0,200	0,003	2,120	0,021
0,224	0,003	2,240	0,022
0,250	0,004	2,360	0,024
0,280	0,004	2,500	0,025
0,315	0,004	2,650	0,027
0,355	0,004	2,800	0,028
0,400	0,005	3,000	0,030
0,450	0,005	3,150	0,032
0,500	0,005	3,350	0,034
0,560	0,006	3,550	0,036
0,630	0,006	3,750	0,038
0,710	0,007	4,000	0,040
0,750	0,008	4,250	0,043
0,800	0,008	4,500	0,045
0,850	0,009	4,750	0,048
0,900	0,009	5,000	0,050
0,950	0,010		
1,000	0,010		
1,060	0,011		
1,120	0,011		
1,180	0,012		

5. **Résistance électrique (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 1,000 mm)**

La résistance électrique à 20 °C doit être comprise entre les limites données dans le tableau III.

6. **Allongement**

L'allongement à la rupture ne doit pas être inférieur aux valeurs données dans le tableau IV.

7. **Effet de ressort**

A l'étude. (Le tableau V n'est pas inclus dans cette recommandation.)

8. **Souplesse et adhérence**

8.1 *Essai d'enroulement sur mandrin*

Le revêtement ne doit présenter aucune craquelure après enroulement du fil sur un mandrin dont le diamètre est spécifié au tableau VI.

TABLE II

Nominal conductor diameter mm	Tolerance ± mm	Nominal conductor diameter mm	Tolerance ± mm
0.071	0.003	1.250	0.013
0.080	0.003	1.320	0.013
0.090	0.003	1.400	0.014
0.100	0.003	1.500	0.015
0.112	0.003	1.600	0.016
0.125	0.003	1.700	0.017
0.140	0.003	1.800	0.018
0.160	0.003	1.900	0.019
0.180	0.003	2.000	0.020
0.200	0.003	2.120	0.021
0.224	0.003	2.240	0.022
0.250	0.004	2.360	0.024
0.280	0.004	2.500	0.025
0.315	0.004	2.650	0.027
0.355	0.004	2.800	0.028
0.400	0.005	3.000	0.030
0.450	0.005	3.150	0.032
0.500	0.005	3.350	0.034
0.560	0.006	3.550	0.036
0.630	0.006	3.750	0.038
0.710	0.007	4.000	0.040
0.750	0.008	4.250	0.043
0.800	0.008	4.500	0.045
0.850	0.009	4.750	0.048
0.900	0.009	5.000	0.050
0.950	0.010		
1.000	0.010		
1.060	0.011		
1.120	0.011		
1.180	0.012		

5. **Resistance (nominal conductor diameter up to and including 1.000 mm)**

The resistance at 20 °C shall be within the limits given in Table III.

6. **Elongation**

The elongation at fracture shall not be less than the value given in Table IV.

7. **Springiness**

Under consideration. (Table V is not included in this Recommendation.)

8. **Flexibility and adherence**

8.1 *Mandrel winding test*

The covering shall show no crack after having been wound on a mandrel with a diameter as specified in Table VI.

TABLEAU III

Diamètre nominal du conducteur mm	Résistance Ω/m		Diamètre nominal du conducteur mm	Résistance Ω/m	
	Min.	Max.		Min.	Max.
0,020	46,65	65,31	0,315	0,2139	0,2289
0,025	30,56	41,09	0,355	0,1689	0,1797
0,032	18,87	24,44	0,400	0,1327	0,1419
0,040	12,21	15,37	0,450	0,1051	0,1118
			0,500	0,085 34	0,090 37
0,050	7,903	9,659	0,560	0,067 94	0,072 15
0,063	5,033	6,029	0,630	0,053 81	0,056 87
0,071	3,985	4,725	0,710	0,042 34	0,044 81
0,080	3,156	3,704	0,750	0,037 88	0,040 22
0,090	2,507	2,913	0,800	0,033 34	0,035 30
0,100	2,042	2,349	0,850	0,029 50	0,031 31
0,112	1,646	1,864	0,900	0,026 34	0,027 89
0,125	1,328	1,488	0,950	0,023 62	0,025 06
0,140	1,064	1,180	1,000	0,021 34	0,022 59
0,160	0,8192	0,8983			
0,180	0,6499	0,7068			
0,200	0,5281	0,5706			
0,224	0,4224	0,4534			
0,250	0,3373	0,3659			
0,280	0,2698	0,2907			

Notes 1. — Les limites indiquées dans le tableau III sont dérivées de calculs effectués conformément à l'annexe A.
2. — Pour la résistance électrique nominale, voir l'annexe B.

TABLEAU IV

Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %	Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %	Diamètre nominal du conducteur mm	Allongement minimal %
0,020	6	0,355	23	1,600	32
0,025	7	0,400	24	1,700	32
0,032	8	0,450	25	1,800	32
0,040	9	0,500	25	1,900	32
0,050	10	0,560	26	2,000	33
0,063	12	0,630	27	2,120	33
0,071	13	0,710	28	2,240	33
0,080	14	0,750	28	2,360	33
0,090	15	0,800	28	2,500	33
0,100	16	0,850	28	2,650	34
0,112	17	0,900	29	2,800	34
0,125	17	0,950	29	3,000	34
0,140	18	1,000	30	3,150	34
0,160	19	1,060	30	3,350	34
0,180	20	1,120	30	3,550	35
0,200	21	1,180	31	3,750	35
0,224	21	1,250	31	4,000	35
0,250	22	1,320	32	4,250	35
0,280	22	1,400	32	4,500	36
0,315	23	1,500	32	4,750	36
				5,000	36

Note. — Pour les dimensions intermédiaires, les valeurs de l'allongement sont celles qui sont données pour le diamètre immédiatement inférieur.

TABLE III

Nominal conductor diameter mm	Resistance Ω/m		Nominal conductor diameter mm	Resistance Ω/m	
	Min.	Max.		Min.	Max.
0.020	46.65	65.31	0.315	0.2139	0.2289
0.025	30.56	41.09	0.355	0.1689	0.1797
0.032	18.87	24.44	0.400	0.1327	0.1419
0.040	12.21	15.37	0.450	0.1051	0.1118
			0.500	0.085 34	0.090 37
0.050	7.903	9.659	0.560	0.067 94	0.072 15
0.063	5.033	6.029	0.630	0.053 81	0.056 87
0.071	3.985	4.725	0.710	0.042 34	0.044 81
0.080	3.156	3.704	0.750	0.037 88	0.040 22
0.090	2.507	2.913	0.800	0.033 34	0.035 30
0.100	2.042	2.349	0.850	0.029 50	0.031 31
0.112	1.646	1.864	0.900	0.026 34	0.027 89
0.125	1.328	1.488	0.950	0.023 62	0.025 06
0.140	1.064	1.180	1.000	0.021 34	0.022 59
0.160	0.8192	0.8983			
0.180	0.6499	0.7068			
0.200	0.5281	0.5706			
0.224	0.4224	0.4534			
0.250	0.3373	0.3659			
0.280	0.2698	0.2907			

Notes 1. — The limits shown in Table III are derived from calculations made according to Appendix A.
2. — For the nominal resistance, see Appendix B.

TABLE IV

Nominal conductor diameter	Elongation minimum	Nominal conductor diameter	Elongation minimum	Nominal conductor diameter	Elongation minimum
mm	%	mm	%	mm	%
0.020	6	0.355	23	1.600	32
0.025	7	0.400	24	1.700	32
0.032	8	0.450	25	1.800	32
0.040	9	0.500	25	1.900	32
0.050	10	0.560	26	2.000	33
0.063	12	0.630	27	2.120	33
0.071	13	0.710	28	2.240	33
0.080	14	0.750	28	2.360	33
0.090	15	0.800	28	2.500	33
0.100	16	0.850	28	2.650	34
0.112	17	0.900	29	2.800	34
0.125	17	0.950	29	3.000	34
0.140	18	1.000	30	3.150	34
0.160	19	1.060	30	3.350	34
0.180	20	1.120	30	3.550	35
0.200	21	1.180	31	3.750	35
0.224	21	1.250	31	4.000	35
0.250	22	1.320	32	4.250	35
0.280	22	1.400	32	4.500	36
0.315	23	1.500	32	4.750	36
				5.000	36

Note. — For intermediate sizes, the elongation values to be taken are those given for the nearest lower diameter.

TABLEAU VI

Diamètre nominal du conducteur mm		Diamètre du mandrin
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	
—	0,040	0,150 mm *
0,040	0,250	3 d *
0,250	2,000	d
2,000	5,000	2 d

8.2 Essai de traction brusque (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 1,000 mm)

Le revêtement ne doit présenter ni craquelure ni décollement.

8.3 Essai de décollement (diamètre nominal du conducteur supérieur à 1,000 mm)

Le revêtement ne doit présenter aucun décollement après que le fil a été soumis au nombre de tours exigé en fonction de son diamètre.

Ce nombre doit être calculé en divisant 175 par le diamètre nominal, exprimé en millimètres.

Le nombre de tours calculé est arrondi au nombre entier immédiatement inférieur.

9. Essai de choc thermique

A une température comprise entre 155 °C et 160 °C

Le revêtement ne doit présenter aucune craquelure. Le diamètre du mandrin est celui qui est spécifié dans le tableau VII.

TABLEAU VII

Diamètre nominal du conducteur mm		Diamètre du mandrin
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	
—	0,040	0,150 mm *
0,040	0,250	3 d *
0,250	2,000	d
2,000	5,000	2 d

10. Essai de thermoplasticité

Aucun claquage ne doit se produire pendant 2 min à une température de 170 °C.

* Le fil doit être allongé à 20% ou jusqu'à la rupture du cuivre, la valeur la plus basse étant applicable, avant d'être enroulé sur le mandrin.

TABLE VI

Nominal conductor diameter mm		Mandrel diameter
Over	Up to and including	
— 0.040 0.250 2.000	0.040 0.250 2.000 5.000	0.150 mm * 3 d * d 2 d

8.2 *Jerk test (nominal conductor diameter up to and including 1.000 mm)*

The covering shall show no crack or loss of adhesion.

8.3 *Peel test (nominal conductor diameter over 1.000 mm)*

The covering shall show no loss of adhesion after the wire has been subjected to the number of revolutions required by its diameter.

This number shall be calculated by dividing 175 by the nominal diameter, expressed in millimetres.

Any fraction of a revolution shall be deleted from the calculated values and the resulting number used in the test.

9. **Heat shock**

At 155 °C to 160 °C

The covering shall show no crack. The mandrel diameter shall be as specified in Table VII.

TABLE VII

Nominal conductor diameter mm		Mandrel diameter
Over	Up to and including	
— 0.040 0.250 2.000	0.040 0.250 2.000 5.000	0.150 mm * 3 d * d 2 d

10. **Cut through**

No failure shall occur within 2 min at 170 °C.

* The wire shall be stretched 20% or to the breaking point of the copper whichever is less before winding on the mandrel.

11. Résistance à l'abrasion (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,250 mm et inférieur ou égal à 2,500 mm)

La moyenne du nombre de cycles ne doit pas être inférieure à 50 et aucune valeur individuelle ne doit être inférieure à 20. La charge appliquée est celle qui figure dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

Diamètre nominal du conducteur mm	Charge en newtons			Diamètre nominal du conducteur mm	Charge en newtons		
	Grade 1	Grade 2	Grade 3		Grade 1	Grade 2	Grade 3
0,250	1,6	2,0	2,6	1,060	4,7	5,9	7,2
0,280	1,7	2,2	2,8	1,120	4,9	6,1	7,5
0,315	1,9	2,4	3,0	1,180	5,1	6,3	7,7
0,355	2,1	2,7	3,3	1,250	5,3	6,6	8,0
0,400	2,3	2,9	3,6	1,320	5,5	6,8	8,3
0,450	2,6	3,2	3,9	1,400	5,7	7,1	8,6
0,500	2,7	3,4	4,2	1,500	6,0	7,4	9,0
0,560	3,0	3,7	4,6	1,600	6,2	7,7	9,4
0,630	3,2	4,0	4,9	1,700	6,5	8,0	9,8
0,710	3,5	4,4	5,4	1,800	6,8	8,3	10,1
0,750	3,7	4,7	5,7	1,900	6,8	8,3	10,1
0,800	3,8	4,9	6,0	2,000	6,8	8,3	10,1
0,850	4,0	5,1	6,2	2,120	6,8	8,3	10,1
0,900	4,2	5,3	6,5	2,240	6,8	8,3	10,1
0,950	4,4	5,5	6,7	2,360	6,8	8,3	10,1
1,000	4,5	5,7	7,0	2,500	6,8	8,3	10,1

12. Essai aux solvants

12.1 Solvant normalisé

Le revêtement ne doit pas être enlevé par un crayon de dureté « H ».

13. Tension de claquage

13.1 Le fil doit répondre aux prescriptions spécifiées aux paragraphes 13.2, 13.3 et 13.4 respectivement lorsqu'il est essayé à la température du local*.

13.2 Diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,040 mm

Au moins quatre des cinq éprouvettes ne doivent pas subir de claquage à des tensions inférieures à celles qui sont données dans le tableau IX

TABLEAU IX

Diamètre nominal du conducteur mm	Tension minimale de claquage V (eff.)		
	Grade 1	Grade 2	Grade 3
0,020	40	100	—
0,025	60	120	—
0,032	70	150	—
0,040	100	200	—

* Un essai à haute température est à l'étude.

11. **Resistance to abrasion (nominal conductor diameter from 0.250 mm up to and including 2.500 mm)**

The average of the number of strokes shall not be less than 50 and no individual value shall be less than 20. The load applied shall be as given in Table VIII.

TABLE VIII

Nominal conductor diameter mm	Load in newtons			Nominal conductor diameter mm	Load in newtons		
	Grade 1	Grade 2	Grade 3		Grade 1	Grade 2	Grade 3
0.250	1.6	2.0	2.6	1.060	4.7	5.9	7.2
0.280	1.7	2.2	2.8	1.120	4.9	6.1	7.5
0.315	1.9	2.4	3.0	1.180	5.1	6.3	7.7
0.355	2.1	2.7	3.3	1.250	5.3	6.6	8.0
0.400	2.3	2.9	3.6	1.320	5.5	6.8	8.3
0.450	2.6	3.2	3.9	1.400	5.7	7.1	8.6
0.500	2.7	3.4	4.2	1.500	6.0	7.4	9.0
0.560	3.0	3.7	4.6	1.600	6.2	7.7	9.4
0.630	3.2	4.0	4.9	1.700	6.5	8.0	9.8
0.710	3.5	4.4	5.4	1.800	6.8	8.3	10.1
0.750	3.7	4.7	5.7	1.900	6.8	8.3	10.1
0.800	3.8	4.9	6.0	2.000	6.8	8.3	10.1
0.850	4.0	5.1	6.2	2.120	6.8	8.3	10.1
0.900	4.2	5.3	6.5	2.240	6.8	8.3	10.1
0.950	4.4	5.5	6.7	2.360	6.8	8.3	10.1
1.000	4.5	5.7	7.0	2.500	6.8	8.3	10.1

12. **Solvent test**

12.1 *Standard solvent*

With a pencil of hardness "H", the enamel shall not be removed.

13. **Breakdown voltage**

13.1 The wire shall meet the requirements given in Sub-clauses 13.2, 13.3 and 13.4 respectively when being tested at room temperature *

13.2 *Nominal conductor diameter up to and including 0.040 mm*

At least four of five samples tested shall not breakdown at voltages less than those given in Table IX.

TABLE IX

Nominal conductor diameter mm	Breakdown voltage minimum V (r.m.s.)		
	Grade 1	Grade 2	Grade 3
0.020	40	100	—
0.025	60	120	—
0.032	70	150	—
0.040	100	200	—

* A test at elevated temperature is under consideration.

13.3 *Diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,040 mm et inférieur ou égal à 2,500 mm*

La tension de claquage ne doit pas être inférieure à celle donnée dans le tableau X. Si l'une des cinq éprouvettes donne une valeur inférieure à celle du tableau, l'essai doit être recommencé sur une deuxième série de cinq éprouvettes. Il ne doit alors se produire aucun claquage.

TABLEAU X

Diamètre nominal du conducteur mm		Tension minimale de claquage V (eff.)		
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	Grade 1	Grade 2	Grade 3
0,040	0,050	350	700	—
0,050	0,063	400	800	—
0,063	0,080	500	950	1 400
0,080	0,100	600	1 200	1 600
0,100	0,125	700	1 300	1 800
0,125	0,160	800	1 500	2 200
0,160	0,200	900	1 700	2 500
0,200	0,250	1 000	2 000	3 000
0,250	0,315	1 200	2 200	3 300
0,315	0,400	1 400	2 400	3 700
0,400	0,500	1 600	2 800	4 000
0,500	0,710	1 800	3 100	4 400
0,710	0,850	900	3 500	4 700
0,850	0,950	2 000	3 700	5 100
0,950	1,120	2 100	3 800	5 300
1,120	1,320	2 200	3 900	5 600
1,320	1,600	2 300	4 000	5 900
1,600	1,900	2 400	4 300	6 100
1,900	2,500	2 500	4 400	6 300

13.4 *Diamètre nominal du conducteur supérieur à 2,500 mm*

Au moins quatre des cinq éprouvettes ne doivent pas subir de claquage à des tensions inférieures à celles qui sont données dans le tableau XI.

TABLEAU XI

Diamètre nominal du conducteur mm	Tension minimale de claquage V (eff.)		
Au-dessus de	Grade 1	Grade 2	Grade 3
2,500	1 000	1 600	2 400

14. **Continuité de l'isolation (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,500 mm)**

Le nombre de défauts par 30 m de fil ne doit pas dépasser la valeur donnée dans le tableau XII.

13.3 Nominal conductor diameter over 0.040 mm up to and including 2.500 mm

The breakdown voltage shall not be less than the values given in Table X. If, however, of the five samples tested, one has a lower value than that of the table, the test shall be repeated with a second series of samples and no failure shall be accepted.

TABLE X

Nominal conductor diameter mm		Breakdown voltage minimum V (r.m.s.)		
Over	Up to and including	Grade 1	Grade 2	Grade 3
0.040	0.050	350	700	—
0.050	0.063	400	800	—
0.063	0.080	500	950	1 400
0.080	0.100	600	1 200	1 600
0.100	0.125	700	1 300	1 800
0.125	0.160	800	1 500	2 200
0.160	0.200	900	1 700	2 500
0.200	0.250	1 000	2 000	3 000
0.250	0.315	1 200	2 200	3 300
0.315	0.400	1 400	2 400	3 700
0.400	0.500	1 600	2 800	4 000
0.500	0.710	1 800	3 100	4 400
0.710	0.850	1 900	3 500	4 700
0.850	0.950	2 000	3 700	5 100
0.950	1.120	2 100	3 800	5 300
1.120	1.320	2 200	3 900	5 600
1.320	1.600	2 300	4 000	5 900
1.600	1.900	2 400	4 300	6 100
1.900	2.500	2 500	4 400	6 300

13.4 Nominal conductor diameter over 2.500 mm

At least four of five samples tested shall not breakdown at voltages less than those given in Table XI.

TABLE XI

Nominal conductor diameter mm	Breakdown voltage minimum V (r.m.s.)		
Over	Grade 1	Grade 2	Grade 3
2.500	1 000	1 600	2 400

14. Continuity of covering (nominal conductor diameter up to and including 0.500 mm)

The number of faults per 30 m of wire shall not exceed the value given in Table XII.

TABLEAU XII

Diamètre nominal du conducteur mm		Nombre maximal de défauts par 30 m	
Au-dessus de	Jusqu'à et y compris	Grade 1	Grade 2
— 0,040	0,040 0,500	30 15	12 6

15. **Endurance thermique**

A l'étude.

16. **Résistance aux réfrigérants**

Ne s'applique pas.

17. **Essai de soudabilité**

Ne s'applique pas.

18. **Essai d'adhérence par chaleur et par solvant**

Ne s'applique pas.

19. **Tangente de l'angle de pertes diélectriques**

Ne s'applique pas.

20. **Conditionnement**

Le fil doit être enroulé régulièrement et de manière compacte sur des bobines ou dans des fûts d'emballage. Chaque bobine ou fût ne doit pas contenir plus de deux longueurs de fils.

Si une bobine contient plus d'une longueur, une bande de papier doit être insérée entre les couches pour indiquer le début d'une nouvelle longueur de fil. Le papier doit prendre toute la largeur de la bobine.

Si un fût d'emballage contient plus d'une longueur, les deux longueurs doivent être séparées par un col en papier ou par un moyen analogue.

Si une bobine ou un fût d'emballage contient deux longueurs de fil, l'étiquette doit le mentionner.

TABLE XII

Nominal conductor diameter mm		Maximum number of faults per 30 m	
Over	Up to and including	Grade 1	Grade 2
— 0.040	0.040 0.500	30 15	12 6

15. **Thermal endurance**

Under consideration.

16. **Resistance to refrigerants**

Not applicable.

17. **Solder test**

Not applicable.

18. **Heat and solvent bonding test**

Not applicable.

19. **Dielectric loss tangent**

Not applicable.

20. **Packaging**

The wire shall be wound evenly and compactly on reels or in containers. Each reel or container shall contain no more than two lengths of wire.

If the contents of a reel consist of more than one length, a slip of paper shall be inserted between the layers to indicate the commencement of a fresh length of wire. The paper shall extend across the whole width of the reel.

If the contents of a container consist of more than one length, the two lengths shall be separated by a paper collar or similar means.

If a reel or container contains two lengths of winding wire, this shall be marked on the label.

ANNEXE A

MÉTHODE DE CALCUL DE LA RÉSISTANCE LINÉIQUE

Les valeurs extrêmes de la résistance électrique sont calculées sur les bases suivantes :

1. Pour $0,020 \text{ mm} \leq d \leq 0,100 \text{ mm}$

Les valeurs des rapports:

$K_{\min}$ de la résistance minimale à la résistance nominale

et

$K_{\max}$ de la résistance maximale à la résistance nominale

sont imposées pour chaque diamètre nominal.

La résistance linéique est calculée à partir de:

$$R_{\min} = K_{\min} \cdot \varrho_{\text{nom}} \cdot q_{\text{nom}}^{-1} [\Omega \text{m}^{-1}]$$

$$R_{\max} = K_{\max} \cdot \varrho_{\text{nom}} \cdot q_{\text{nom}}^{-1} [\Omega \text{m}^{-1}]$$

Où:

$K_{\min}$ et $K_{\max}$ ont les valeurs données dans le tableau ci-dessous

ϱ_{nom} est prise égale à $1/58 \Omega \text{mm}^2 \text{m}^{-1}$

q est la section droite, en millimètres carrés, calculée à partir de d_{nom} selon la relation

$$q = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{nom}}^2$$

TABLEAU

d_{nom} mm	$K_{\min}$	$K_{\max}$
0,020	0,85	1,19
0,025	0,87	1,17
0,032	0,88	1,14
0,040	0,89	1,12
0,050	0,90	1,10
0,063	0,91	1,09
0,071	0,915	1,085
0,080	0,920	1,080
0,090	0,925	1,075
0,100	0,930	1,070

2. Pour $0,10 \text{ mm} < d \leq 1,00 \text{ mm}$

Les valeurs minimale et maximale de la résistance sont calculées respectivement à partir des valeurs minimale et maximale de la résistivité en tenant compte pour chaque diamètre nominal de la tolérance dimensionnelle sur ce diamètre.

La résistance linéique est calculée à partir de:

$$R_{\min} = \varrho_{\min} \cdot q_{\max}^{-1} [\Omega \text{m}^{-1}]$$

$$R_{\max} = \varrho_{\max} \cdot q_{\max}^{-1} [\Omega \text{m}^{-1}]$$

Où:

$$\varrho_{\min} = 1/58,5 [\Omega \text{mm}^2 \text{m}^{-1}]$$

$$\varrho_{\max} = 1/57,5 [\Omega \text{mm}^2 \text{m}^{-1}]$$