

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC REPORT

Publication 330

Première édition — First edition

1970

**Méthodes d'essai des enveloppes isolantes et gaines de p.c.v. pour
les câbles électriques**

Methods of test for p.v.c. insulation and sheath of electric cables



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 60330:1970

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC REPORT

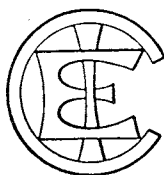
Publication 330

Première édition — First edition

1970

**Méthodes d'essai des enveloppes isolantes et gaines de p.c.v. pour
les câbles électriques**

Methods of test for p.v.c. insulation and sheath of electric cables



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Généralités sur les essais	6
3. Essais pour déterminer les propriétés mécaniques de l'enveloppe isolante avant et après le vieillissement	8
4. Essais des propriétés mécaniques des gaines avant et après le vieillissement	16
5. Essais électriques	22
6. Essais de résistance aux craquelures de l'enveloppe isolante et de la gaine	22
7. Méthodes d'essai pour l'enveloppe isolante et la gaine à basses températures	26
8. Comportement de l'enveloppe isolante et de la gaine aux températures élevées	32
ANNEXE A – Mesures de l'épaisseur et du diamètre extérieur de l'enveloppe isolante et de la gaine	38
ANNEXE B – Méthode de détermination de la masse volumique des enveloppes isolantes et des gaines de p.c.v.	40
ANNEXE C – Méthodes de mesure du débit d'air dans les étuves	42
FIGURES	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. General notes on tests	7
3. Tests for determining mechanical properties of insulation before and after ageing	9
4. Tests for determining mechanical properties of sheaths before and after ageing	17
5. Electrical tests	23
6. Tests for resistance of insulation and sheath to cracking	23
7. Methods of test for insulation and sheath at low temperatures	27
8. Behaviour of insulation and sheath at high temperatures	33
APPENDIX A – Measurements of thickness and outer diameter of insulation and sheath	39
APPENDIX B – Method for determining the density of p.v.c. insulation and sheath	41
APPENDIX C – Methods of measuring air flow in ovens	43
FIGURES	46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAI DES ENVELOPPES ISOLANTES ET GAINES DE P.C.V. POUR LES Câbles ÉLECTRIQUES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI 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 CEI 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

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes N° 20 de la CEI : Câbles électriques.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Ankara en 1967, à la suite de laquelle un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1969.

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

Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Autriche	Roumanie
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Japon	Yougoslavie

N'ayant pas obtenu suffisamment d'approbations, le Comité d'Etudes N° 20 de la CEI a décidé que cette publication serait éditée en tant que rapport plutôt que de recommandation.

Ce rapport est incomplet. L'essai pour définir la mesure de perte de poids et l'essai de vieillissement accéléré ainsi que les essais de résistance aux craquelures et les méthodes d'essai et tenue aux basses et hautes températures sont en cours de réexamen pour tenir compte des plus récentes informations sur la question. Les essais électriques ont été passés sous silence et sont à l'étude pour leur introduction sous forme d'essais électriques fondamentaux pour ce matériau. Une seconde édition sera publiée ultérieurement.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF TEST FOR P.V.C. INSULATION AND SHEATH OF ELECTRIC CABLES

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 Report has been prepared by IEC Technical Committee No. 20, Electric Cables.

A first draft was discussed at the meeting held in Ankara in 1967, as a result of which a new draft was submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1969.

The following countries voted explicitly in favour of the publication:

Australia	Netherlands
Austria	Poland
Belgium	Romania
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia

Since sufficient agreement could not be reached, IEC Technical Committee No. 20 decided that this Publication should be published as a Report instead of as a Recommendation.

This Report is incomplete. The test for determining the weight loss measurement and the accelerated ageing test, together with tests for resistance to cracking and methods of test and behaviour at low and high temperatures are being reconsidered, taking into account the latest knowledge on this subject. Electrical tests have been omitted and are under consideration for inclusion in the form of fundamental electrical tests for this material. A second edition will be published later.

MÉTHODES D'ESSAI DES ENVELOPPES ISOLANTES ET GAINES DE P.C.V. POUR LES Câbles ÉLECTRIQUES

1. Domaine d'application

Le présent rapport est un catalogue, incomplet dans cette première édition, des méthodes recommandées pour les essais des enveloppes isolantes et gaines de polychlorure de vinyle pour les câbles et conducteurs destinés à la distribution de l'énergie ou aux télécommunications.

Le présent rapport ne donne pas les prescriptions complètes d'essais indiquant toutes les valeurs limites pour les résultats d'essais: il est entendu que celles-ci sont spécifiées dans les recommandations pour les différents types de câbles. Toute prescription donnée dans le présent rapport ne l'est qu'à titre d'exemple et peut être modifiée afin d'être appropriée à un type particulier de câble.

Les valeurs de conditionnement et paramètres d'essais sont spécifiés pour les types les plus courants des mélanges de p.c.v. et de câbles et conducteurs. Il est entendu que les valeurs de ces paramètres doivent être modifiées en fonction des diverses applications, en particulier dans le cas des mélanges de p.c.v. destinés à fonctionner à des températures supérieures à 70 °C.

Notes 1. — Le terme «polychlorure de vinyle» désigne des dérivés de p.c.v. ou des copolymères appropriés à base de chlorure de vinyle ou de mélanges de p.c.v. et de ces copolymères.

2. — Le présent rapport doit servir de guide aux Comités d'Études de la CEI dans l'établissement des projets de recommandations pour les câbles électriques ainsi qu'aux Comités nationaux dans l'établissement de projets de spécifications applicables dans leur propre pays. Ces Comités choisissent dans ce rapport général les essais appropriés à l'application particulière à laquelle ils correspondent et répètent ces essais dans leurs spécifications pour les câbles après avoir ajouté les valeurs limites pour les résultats d'essais.

Le présent rapport ne doit pas servir de guide pour l'établissement des projets de spécifications d'achat qui doivent se baser sur les spécifications particulières nationales pour les câbles électriques, ou, faute de celles-ci, sur les recommandations de la CEI correspondantes pour les câbles électriques.

2. Généralités sur les essais

2.1 Les essais décrits dans le présent rapport sont des essais de type.

Note. — La définition d'un essai de type est donnée dans la Publication 189-1 de la CEI: Câbles et fils pour basses fréquences isolés au p.c.v. et sous gaine de p.c.v., Première partie: Méthodes générales d'essai et de vérification.

2.2 Si les méthodes de prélèvement d'échantillons ne sont pas indiquées dans les essais suivants, elles doivent être spécifiées dans la recommandation correspondante pour les câbles.

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

2.4 Sauf spécification contraire, la tension d'essai doit être une tension alternative sensiblement sinusoïdale, de fréquence comprise entre 40 Hz et 62 Hz, le rapport valeur crête/valeur efficace étant compris entre les limites de $\sqrt{2} \pm 7\%$. Les valeurs indiquées sont des valeurs efficaces.

2.5 Si l'enveloppe isolante ou la gaine portent un marquage en creux, ce qui implique une épaisseur à cet endroit inférieure à l'épaisseur spécifiée, les échantillons servant à l'essai doivent être choisis de façon à porter un tel marquage.

2.6 Là où le rapport emploie le terme de «valeur médiane», il s'agit, soit de la valeur milieu si l'on obtient un nombre impair de valeurs, soit de la moyenne des deux valeurs milieu si l'on obtient un nombre pair de valeurs, les valeurs ayant été rangées dans l'ordre croissant.

METHODS OF TEST FOR P.V.C. INSULATION AND SHEATH OF ELECTRIC CABLES

1. Scope

This Report is a catalogue, incomplete in this first edition, of test methods which are recommended to be used for testing polyvinyl chloride insulation and sheath of electric cables, wires and cords used for power distribution or telecommunications.

Full test requirements, giving all the limiting values for test results, are not specified in this Report: it is intended that these should be specified in the Recommendations for the various types of cable. Any test requirements which are given in this Report should be considered as examples only and may be modified to suit the needs of a particular type of cable.

Conditioning values and testing parameters are specified for the most common types of p.v.c. compounds and of cables, wires and cords. It is intended that the values of these parameters should be modified for use in various applications, particularly for p.v.c. compounds for operation at temperatures higher than 70 °C.

Notes 1. — The term “polyvinyl chloride” is used to denote compounds of polyvinyl chloride or suitable co-polymers based on vinyl chloride or of mixtures of p.v.c. and such co-polymers.

2. — This Report is intended as a guide to IEC Technical Committees in drafting Recommendations for electric cables and to the National Committees in drafting specifications for use in their own countries. These Committees should select from this general Report the tests appropriate to the particular application with which they are concerned, and reproduce these tests in their cable specifications after adding the limiting values for test results.

This Report is not intended to be used as a guide in drafting purchasing specifications, which should be based on the relevant national specifications for electric cables or, where these do not exist, on the relevant IEC Recommendations for electric cables.

2. General notes on tests

2.1 The tests described in this Report are type tests.

Note. — The definition of a type test is given in IEC Publication 189-1, Low-frequency Cables and Wires with p.v.c. Insulation and p.v.c. Sheath, Part 1: General Test and Measuring Methods.

2.2 If the methods of sampling are not given in the following tests, these should be specified in the relevant cable Recommendation.

2.3 Unless otherwise specified, tests shall be made at an ambient temperature of 20 ± 5 °C.

2.4 Unless otherwise specified, test voltages shall be a.c. 40 Hz to 62 Hz of approximately sine-wave form, the ratio peak value/r.m.s. value being within the limits $\sqrt{2} \pm 7\%$. The values quoted are r.m.s. values.

2.5 If a marking is stamped into the insulation or sheath, thus giving rise to a local thickness smaller than the specified thickness, the samples used for the tests shall be taken so as to include such marking.

2.6 Where the term “median value” is used in this Report, it means either the middle value, if an odd number of values is obtained, or the mean of both the middle values if an even number of values is obtained, after the values have been arranged in order of increasing value.

3. Essais pour déterminer les propriétés mécaniques de l'enveloppe isolante avant et après le vieillissement

Les essais ont pour objet de déterminer la résistance à la traction et l'allongement à la rupture de la matière isolante prélevée sur des parties de câble dans les conditions suivantes:

- a) à l'état de réception (c'est-à-dire sans traitement de vieillissement);
- b) après traitement de vieillissement accéléré;
- c) après un autre traitement de vieillissement, différent de b), si nécessaire.

3.1 Prélèvement des échantillons

On prélève trois échantillons de conducteur individuel, chacun à au moins 1 m de distance des deux autres. Les conducteurs individuels des câbles méplats ne sont pas séparés. Chaque échantillon, d'une longueur d'au moins 60 cm, est coupé en six petits morceaux dont deux sont utilisés pour chacun des essais a), b), et c), de sorte que chacun de ces essais s'effectue sur six petits morceaux du conducteur isolé.

S'il est possible de prélever deux éprouvettes sur la circonférence du conducteur individuel, l'échantillon doit avoir une longueur de 40 cm et doit être coupé en quatre petits morceaux.

Note. — En général, ce type d'échantillon s'applique dans le cas des conducteurs de section égale ou supérieure à 50 mm².

Si les échantillons de conducteur individuel sont prélevés en trois endroits différents, x, y et z, ils sont désignés respectivement par:

x₀, x₁, x₂, x₃, x₄, x₅;
y₀, y₁, y₂, y₃, y₄, y₅;
z₀, z₁, z₂, z₃, z₄, z₅.

Lorsqu'on prélève deux éprouvettes sur la circonférence du conducteur individuel, les échantillons sont marqués comme suit:

x ₀	x ₁	x ₄	x ₅
	x ₂	x ₃	

Le mode opératoire pour les éprouvettes y et z est identique. Le numérotage des échantillons doit correspondre à leur place initiale sur l'échantillon du conducteur.

Les échantillons portant les numéros:

1 et 3 sont soumis à la préparation et la détermination de la section conformément aux paragraphes 3.2 et 3.3 respectivement et à l'essai spécifié aux paragraphes 3.4 et 3.5 sans traitement de vieillissement.

2 et 4 à l'essai après vieillissement, conformément au paragraphe 3.7.

0 et 5 à l'essai après un autre traitement de vieillissement, si nécessaire.

L'essai de traction est effectué sur les éprouvettes non vieilles en même temps que sur les éprouvettes vieilles.

3.2 Préparation des éprouvettes

Les éprouvettes peuvent être de deux types différents: forme tubulaire et forme d'haltère.

3. Tests for determining mechanical properties of insulation before and after ageing

The tests shall determine the tensile strength and elongation at break of the insulating material taken from pieces of cable in the following conditions:

- a) as received (i.e. without any ageing treatment);
- b) after an accelerated ageing treatment;
- c) after another ageing treatment, different from b), if required.

3.1 Sampling

Three samples of each core to be tested shall be taken, each not less than 1 m from the other two. The cores of flat cords are not separated. Each sample shall be at least 60 cm long, and shall be cut into six small pieces, two of which shall be used for each of the tests a), b) and c), so that six small pieces of insulated core are provided for each of these tests.

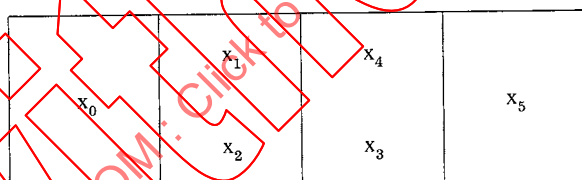
If it is possible to take two test pieces from the circumference of the core, the sample shall be 40 cm long and shall be cut into four small pieces.

Note. — In general, this type of sample is applicable to a conductor of cross-sectional area of 50 mm² and above.

If the samples of core are taken from the three places x, y and z, they shall be marked consecutively:

X₀, X₁, X₂, X₃, X₄, X₅;
Y₀, Y₁, Y₂, Y₃, Y₄, Y₅;
Z₀, Z₁, Z₂, Z₃, Z₄, Z₅.

When two test pieces are taken from the circumference of the core, the numbering shall be:



The procedure shall be the same for test pieces y and z. The numbering of the samples shall correspond to their original places in the sample of the core.

Those numbered:

1 and 3 shall be subjected to the preparation and determination of the cross-sectional area, as specified in Sub-clauses 3.2 and 3.3 respectively, and to the test specified in Sub-clauses 3.4 and 3.5 without an ageing treatment.

2 and 4 to the test after an ageing treatment, as specified in Sub-clause 3.7.

0 and 5 to the test after another ageing treatment, if required.

The tensile test on the unaged pieces shall be made at the same time as the test on the aged pieces.

3.2 Preparation of test pieces

Test pieces may be of two types, tubular and dumb-bell.

3.2.1 Eprouvettes de forme tubulaire

Ce type est utilisé pour les conducteurs isolés dont l'âme a une section inférieure ou égale à 25 mm², sauf si la charge de rupture prévue du spécimen d'essai dépasse 650 N, auquel cas on utilise, si possible, un type en forme d'haltère.

On obtient un tube d'une longueur égale ou supérieure à 100 mm en retirant tous les revêtements extérieurs et l'âme, tout en veillant à ne pas détériorer l'enveloppe isolante.

S'il est difficile de retirer l'âme, il convient de l'étirer par un moyen approprié.

Immédiatement avant chaque essai de traction, on marque une longueur de 20 mm au moyen de deux traits centrés sur chaque éprouvette.

3.2.2 Eprouvettes en forme d'haltère

Ce type d'éprouvette s'applique aux conducteurs isolés dont l'âme a une section nominale supérieure à 25 mm² ou, si possible, lorsque la charge de rupture prévue d'une éprouvette tubulaire est supérieure à 650 N. Le petit haltère peut être employé pour les conducteurs isolés de section inférieure ou égale à 25 mm² à la place de l'éprouvette tubulaire.

L'enveloppe isolante doit être fendue dans le sens longitudinal et l'âme retirée.

On meule l'enveloppe isolante de façon à obtenir deux surfaces parallèles tout en veillant à ce qu'il ne se produise pas d'échauffement excessif. Après le meulage, l'épaisseur de l'haltère, mesurée conformément à l'annexe A, ne doit pas être inférieure à 0,8 mm, ni supérieure à 2,0 mm.

Note. — D'autres méthodes de découpage sont admises.

Après cette préparation, une éprouvette en forme d'haltère conforme à la figure 1, page 46, ou à la figure 2, page 46, est découpée; si possible, les éprouvettes en forme d'haltère sont découpées côte à côte.

On délimite immédiatement avant l'essai de traction, par deux traits de repère, une longueur de 20 mm sur la partie centrale de chaque haltère conforme à la figure 1; une distance de 10 mm est marquée sur chaque haltère conforme à la figure 2.

3.3 Détermination de la section de l'enveloppe isolante

3.3.1 Section de l'éprouvette décrite dans le paragraphe 3.2.1

La section Q , en millimètres carrés, de l'enveloppe isolante de chacun des échantillons du conducteur isolé est déterminée par l'une des méthodes suivantes:

a) A partir des dimensions de la section, par la formule:

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

Où:

i = la valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante, en millimètres avec deux décimales, déterminée conformément à l'annexe A

D = la valeur moyenne du diamètre extérieur du conducteur isolé, en millimètres avec deux décimales, déterminée conformément à l'annexe A

3.2.1 Tubular test pieces

This type shall be used for cores with a conductor having a nominal cross-sectional area not exceeding 25 mm², except when the expected breaking load of the test specimen exceeds 650 N in which case a dumb-bell must be used, if possible.

A tube not less than 100 mm long is obtained by removal of all outer coverings and the conductor, care being taken not to damage the insulation.

If withdrawal of the conductor is difficult, it should be stretched by any suitable means.

A length of 20 mm shall be marked by two lines, centrally on each piece, immediately before the tensile test.

3.2.2 Dumb-bell test pieces

This type of test piece shall be used for cores with a conductor having a nominal cross-sectional area exceeding 25 mm² or, if possible, when the expected breaking load of a tubular test piece is more than 650 N. The small dumb-bell may be used for cores having a nominal cross-sectional area not exceeding 25 mm², as an alternative to a tubular test piece.

The insulation shall be cut open in the direction of the axis and the conductor removed.

The insulation shall be ground so as to obtain two parallel surfaces, care being taken to avoid undue heating. After grinding, the thickness of the dumb-bell, measured as described in Appendix A, shall not be less than 0.8 mm and not more than 2.0 mm.

Note. — Other methods of cutting are allowed.

After this preparation, one dumb-bell according to either Figure 1, page 46, or Figure 2, page 46, shall be punched; if possible, two dumb-bells shall be punched side by side.

Immediately before the tensile test, a length of 20 mm shall be marked by two lines, centrally on each dumb-bell according to Figure 1; a length of 10 mm shall be similarly marked on each dumb-bell according to Figure 2.

3.3 Determination of cross-sectional area of insulation

3.3.1 Cross-sectional area of the test piece described in Sub-clause 3.2.1

The cross-sectional area Q , in square millimetres, of the insulation of each of the samples of core shall be determined by one of the following methods:

a) From the dimensions of the section, according to the formula:

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

Where:

i = the mean value of the thickness of the insulation, in millimetres to two decimal figures, determined as described in Appendix A

D = the mean value of the outer diameter of the core, in millimetres to two decimal figures, determined as described in Appendix A

b) A partir de la masse volumique, de la masse et de la longueur, conformément à la formule:

$$Q = \frac{100 m}{\rho l}$$

Où:

m = la masse de l'éprouvette de matière isolante, en grammes avec trois décimales

l = la longueur, en centimètres avec deux décimales

ρ = la masse volumique obtenue à partir d'un échantillon supplémentaire de la même enveloppe isolante, en grammes par centimètre cubé avec trois décimales, déterminée conformément à l'annexe B

La masse volumique est mesurée sur la matière avant le vieillissement. En cas de doute, on emploie la méthode b).

3.3.2 Section de l'éprouvette décrite au paragraphe 3.2.2

La section de chaque éprouvette en forme d'haltère est calculée à partir de la largeur et de l'épaisseur la plus faible de la partie centrale de l'haltère (entre les traits de repère), chacune étant la valeur moyenne de trois mesures. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un micromètre ou d'un instrument analogue exerçant une pression de contact qui ne dépasse pas 7 N/cm², et doivent être exprimées en millimètres avec deux décimales.

3.4 Conditionnement des éprouvettes

Avant l'essai de traction, les éprouvettes séjournent toutes pendant au moins 3 h à une température de 20 ± 1 °C.

3.5 Mode opératoire pour l'essai de traction

L'essai est effectué au moins 16 h après l'extraction du conducteur isolé, à une température de 20 ± 5 °C; chaque essai doit être terminé dans les 5 min qui suivent le retrait de l'éprouvette de la chambre de conditionnement.

En cas de contestation, l'essai est répété à 20 ± 1 °C.

Les mâchoires de la machine de traction peuvent être soit à serrage automatique, soit sans serrage automatique, tant pour les éprouvettes en forme d'haltère que pour les éprouvettes tubulaires.

La longueur libre entre les mâchoires peut être de:

34 mm pour les haltères conformes à la figure 2, page 46;

50 mm pour les haltères conformes à la figure 1, page 46;

50 mm pour les tubes, si l'essai est effectué avec des mâchoires à serrage automatique;

85 mm pour les tubes, si l'essai est effectué avec des mâchoires sans serrage automatique.

La vitesse d'écartement des mâchoires de la machine de traction doit être de:

20 ± 2 cm/min pour les haltères, si la distance entre les mâchoires est de 34 mm;

20 ± 2 cm/min pour les haltères, si la distance entre les mâchoires est de 50 mm;

30 ± 3 cm/min pour les éprouvettes tubulaires, si la distance entre les mâchoires est de 50 mm;

50 ± 5 cm/min pour les éprouvettes tubulaires, si la distance entre les mâchoires est de 85 mm.

b) From the density, the mass and the length, according to the formula:

$$Q = \frac{100 m}{\rho l}$$

Where:

m = the mass of the piece of insulation, in grammes to three decimal figures

l = the length, in centimetres to two decimal figures

ρ = the density obtained from an additional sample of the same insulation, in grammes per cubic centimetre to three decimal figures, determined as described in Appendix B

The density shall be measured on material before ageing. In case of dispute, method b) shall be used.

3.3.2 Cross-sectional area of the test piece described in Sub-clause 3.2.2

The cross-sectional area of each of the dumb-bell pieces shall be calculated from the width and the least thickness of the middle portion of the dumb-bell (between the gauge lines), each being the mean value of three measurements. The measurements shall be made by a micrometer or similar instrument producing a contact pressure not exceeding 7 N/cm² and shall be expressed in millimetres to two decimal figures.

3.4 Conditioning of test pieces

All test pieces shall be kept at a temperature of 20 ± 1 °C for at least 3 h before the tensile test.

3.5 Tensile test procedure

The test shall be carried out not less than 16 h after the extrusion of the core, at a temperature of 20 ± 5 °C; each test shall be completed within 5 min of the removal of the test piece from the conditioning chamber.

In case of dispute, the test shall be repeated at 20 ± 1 °C.

The grips of the tensile machine may be either of a self-tightening type or a non self-tightening type for both dumb-bell and tubular test pieces.

The free length between the grips may be about:

34 mm in the case of dumb-bells according to Figure 2, page 46;

50 mm in the case of dumb-bells according to Figure 1, page 46;

50 mm in the case of tubes, if tested with self-tightening grips;

85 mm in the case of tubes, if tested with non self-tightening grips.

The rate of separation of the jaws of the tensile machine shall be:

20 ± 2 cm/min for dumb-bell test pieces if the length between the grips is 34 mm;

20 ± 2 cm/min for dumb-bell test pieces if the length between the grips is 50 mm;

30 ± 3 cm/min for tubular test pieces if the length between the grips is 50 mm;

50 ± 5 cm/min for tubular test pieces if the length between the grips is 85 mm.

L'allongement est déterminé par mesure de la distance entre les deux traits de repère, à la rupture.

Si une éprouvette est rompue par suite d'une détérioration due aux mâchoires, on n'en tient pas compte; dans un tel cas on exige au moins quatre résultats valables, afin de pouvoir calculer la résistance à la traction et l'allongement à la rupture, autrement l'essai doit être répété.

3.6 Expression des résultats

Pour le calcul de la résistance à la rupture, toutes les valeurs de charge de rupture sont rapportées à la section de l'éprouvette non tendue; la médiane des valeurs de la résistance à la traction est enregistrée comme résistance à la traction; la médiane des valeurs d'allongement à la rupture est enregistrée comme allongement à la rupture.

3.7 Essai de perte de poids

Les éprouvettes destinées à cet essai sont préparées conformément au paragraphe 3.2. La surface d'évaporation est calculée à partir des dimensions initiales des éprouvettes; dans le cas des éprouvettes tubulaires (sans tenir compte des extrémités découpées) à partir du diamètre extérieur moyen, mesuré conformément à l'annexe A, et de la longueur, et dans le cas des haltères par les formules suivantes:

Pour un haltère conforme à la figure 1, page 46:

$$Q = \frac{1\,256 + (180 \times t)}{100} \text{ cm}^2$$

Pour un haltère conforme à la figure 2, page 46:

$$Q = \frac{624 + (118 \times t)}{100} \text{ cm}^2$$

Où:

t = l'épaisseur moyenne de l'haltère, en millimètres, mesurée conformément à l'annexe A

Dans les câbles méplats, les conducteurs isolés ne sont pas séparés puisque la surface d'évaporation doit être prise égale à la somme des surfaces de chaque conducteur, calculées à partir de la longueur et du diamètre extérieur moyen mesurés conformément à l'annexe A, sans tenir compte des extrémités découpées ni de la surface sur laquelle les conducteurs isolés adhèrent entre eux.

Les extrémités libres des éprouvettes tubulaires sont obturées de la façon suivante:

- dans le cas d'une enveloppe isolante mince par fusion des deux extrémités;
- dans le cas d'une enveloppe isolante épaisse au moyen d'un tampon d'ouate, par exemple; les matières susceptibles d'absorber les plastifiants, comme le caoutchouc et les matières plastiques, ne doivent pas être employées.

Les éprouvettes sont pesées avec précision sans les matières employées pour les tampons, s'il y a lieu, après une période de conditionnement d'au moins 20 h à la température ambiante dans un dessiccateur.

Les éprouvettes séjournent dans une étuve, dans l'air à la pression atmosphérique, pendant 7×24 h à 80 ± 2 °C, dans les conditions suivantes.

The elongation shall be determined by measuring the distance between the two marker lines at rupture.

If a test piece breaks due to damage by the grips, it shall be ignored; in such a case at least four valid results are required in order to calculate the tensile strength and elongation at break, otherwise the test must be repeated.

3.6 Expression of results

All breaking loads shall be referred to the cross-sectional area of the unstretched test piece for calculation of tensile strength. The median of the values of tensile strength shall be recorded as the tensile strength; the median of the values of elongation at break shall be recorded as the elongation at break.

3.7 Weight loss measurement

Test pieces for this test shall be prepared as described in Sub-clause 3.2. The surface of evaporation shall be calculated from the original dimensions of the test pieces; for a tubular test piece (ignoring the cut ends) from the mean outer diameter, measured as described in Appendix A, and the length; for dumb-bells from the following formulae:

For a dumb-bell according to Figure 1, page 46:

$$Q = \frac{1\,256 + (180 \times t)}{100} \text{ cm}^2$$

For a dumb-bell according to Figure 2, page 46:

$$Q = \frac{624 + (118 \times t)}{100} \text{ cm}^2$$

Where:

t = the mean thickness of the dumb-bell, in millimetres, measured as described in Appendix A

In flat cords, the cores shall not be separated, since the surface of evaporation shall be taken as the sum of the surfaces of each core, which shall be calculated from the length and the mean outer diameter, measured as described in Appendix A, ignoring the cut ends and the surface over which the cores cohere.

The open ends of the tubular test pieces shall be closed by the following methods:

- a) for thin insulation by fusing the ends together;
- b) for insulation of large dimensions by plugging, for example, with cotton wool; materials which might absorb plasticizer, like rubber and plastics shall not be used.

The test pieces shall be weighed accurately without plugging materials, if any, after a conditioning period of at least 20 h at ambient temperature in a dessicator.

The test pieces shall be stored in an oven, in air at atmospheric pressure, for 7×24 h at 80 ± 2 °C, under the following conditions.

On ne doit pas mettre en même temps dans l'étuve des mélanges de nature différente.

Les éprouvettes sont suspendues sensiblement au centre de l'étuve et à une distance d'au moins 20 mm les unes des autres.

Les éprouvettes ne doivent pas occuper plus de 2% du volume de l'étuve. L'air entre dans l'étuve de façon à passer sur la surface des éprouvettes et sort par la partie supérieure ou à proximité de celle-ci.

Rien ne doit entraver la circulation de l'air à la surface des éprouvettes.

Le débit d'air doit être prévu de façon à assurer au moins huit renouvellements par heure.

Immédiatement après, on retire les éprouvettes de l'étuve et on les dépose, en évitant de les exposer directement à la lumière, dans un dessiccateur où elles séjournent à la température ambiante pendant au moins 20 h. Après cette période, les éprouvettes sont de nouveau pesées sans leurs matières d'obturation s'il en existe.

La perte de poids est calculée et exprimée en milligrammes par centimètre carré de la surface d'évaporation.

La médiane des valeurs de perte de poids est enregistrée comme «perte de poids».

L'annexe C donne deux méthodes de mesure du débit d'air circulant dans une étuve. En cas de doute, on emploie la méthode 2 (méthode du débitmètre).

3.8 Essai de vieillissement accéléré

Après l'essai de perte de poids et le conditionnement par la méthode du paragraphe 3.7, on effectue l'essai de traction sur les mêmes éprouvettes. On détermine ensuite leur section conformément au paragraphe 3.3, puis on effectue l'essai de traction et le conditionnement conformément aux paragraphes 3.4 et 3.5. Les résultats sont exprimés conformément au paragraphe 3.6.

4. Essais des propriétés mécaniques des gaines avant et après le vieillissement

Ces essais ont pour objet de déterminer la résistance à la traction et l'allongement à la rupture de la matière des gaines prélevée sur des morceaux de câble dans les conditions suivantes :

- a) à l'état de réception (c'est-à-dire sans traitement de vieillissement);
- b) après traitement de vieillissement accéléré;
- c) après un autre traitement de vieillissement, différent de b), si nécessaire.

4.1 Prélèvement des échantillons

On prélève trois échantillons de câble, chacun à au moins 1 m de distance des deux autres. Chaque échantillon, d'une longueur d'au moins 60 cm, est coupé en six petits morceaux dont deux sont utilisés pour chacun des essais a), b) et c), de sorte que chacun de ces essais s'effectue sur six petits morceaux de câble.

S'il est possible de prélever deux éprouvettes sur la circonférence de la gaine, l'échantillon doit avoir 40 cm de long et doit être coupé en quatre petits morceaux.

Note. — En général, ce type d'échantillon s'applique dans le cas de câbles et conducteurs ayant un diamètre de la gaine dépassant 12,5 mm.

Compounds of different compositions shall not be in the oven at the same time.

Test pieces shall be hung substantially in the middle of the oven and at least 20 mm apart.

Test pieces shall not take up more than 2% of the volume of the oven. Air shall enter the oven in such a manner that it shall flow over the surface of the test piece and shall leave the oven at or near the top.

There shall be no obstruction to the air flow over the surface of the test pieces.

The rate of air flow shall be such as to give not less than eight changes per hour.

Immediately afterwards, the test pieces shall be taken out of the oven and left at ambient temperature, avoiding direct light for at least 20 h in a dessicator. After this period, the test pieces shall be re-weighed without plugging materials, if any.

The loss in weight shall be calculated and expressed as milligrammes per square centimetre of surface of evaporation.

The median of the values of loss in weight shall be recorded as "weight loss".

Two methods for measuring the rate of air flow through an oven are given in Appendix C. In case of dispute, Method 2 (the flowmeter method) shall be used.

3.8 Accelerated ageing test

After being tested for weight loss and conditioned by the method described in Sub-clause 3.7, a tensile test shall be carried out with the same test pieces. The test pieces shall be subjected to the determination of cross-sectional area, as specified in Sub-clause 3.3, and to the tensile test and conditioning as specified in Sub-clauses 3.4 and 3.5. The result shall be expressed as described in Sub-clause 3.6.

4. Tests for determining mechanical properties of sheaths before and after ageing

The tests shall determine the tensile strength and elongation at break of sheathing material taken from pieces of cable in the following conditions:

- a) as received (i.e. without any ageing treatment);
- b) after an accelerated ageing treatment;
- c) after another ageing treatment, different from b), if required.

4.1 Sampling

Three samples of cable or cord to be tested shall be taken, each not less than 1 m from the other two. Each sample shall be at least 60 cm long, and shall be cut into six small pieces, two of which shall be used for each of the tests a), b) and c), so that six small pieces of cable or cord are provided for each of these tests.

If it is possible to take two test pieces from the circumference of the sheath, the sample shall be 40 cm long and shall be cut into four small pieces.

Note. — In general, this sample is applicable to cables or cords with a diameter over the sheath exceeding 12.5 mm.

Si les échantillons de câble sont prélevés en trois endroits différents, x, y et z, ils sont désignés respectivement par :

$x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5;$
 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5;$
 $z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5.$

Lorsqu'on prélève deux éprouvettes sur la circonférence de la gaine, les échantillons sont marqués comme suit :

x_0	x_1	x_4	x_5
	x_2	x_3	

Le mode opératoire pour les éprouvettes y et z est identique. Le numérotage des échantillons doit correspondre à leur place initiale sur l'échantillon de câble ou de cordon.

Les échantillons portant les numéros :

1 et 3 sont soumis à la préparation et à la détermination de la section conformément aux paragraphes 4.2 et 4.3 respectivement et à l'essai spécifié au paragraphe 4.4 sans traitement de vieillissement.

2 et 4 à l'essai après un traitement de vieillissement différent de celui du paragraphe 4.5.

0 et 5 à l'essai après un autre traitement de vieillissement, si nécessaire.

L'essai de traction est effectué sur les éprouvettes non vieilles en même temps que sur les éprouvettes vieilles.

4.2 Préparation des éprouvettes

Les éprouvettes peuvent être de deux types différents : forme tubulaire et forme d'haltère.

4.2.1 Eprouvettes de forme tubulaire

Ce type est utilisé pour les câbles et conducteurs dont la limite supérieure spécifiée du diamètre moyen de la gaine ne dépasse pas 12,5 mm, sauf si la charge de rupture prévue du spécimen d'essai dépasse 650 N, auquel cas on utilise si possible un haltère.

On obtient un tube d'au moins 10 cm de longueur en retirant tous les revêtements extérieurs, le ou les conducteur(s) isolé(s) et les bourrages (s'il en existe), en prenant soin de ne pas détériorer la gaine.

On marque une longueur de 20 mm par deux traits de repère au centre de chaque éprouvette immédiatement avant l'essai de traction.

4.2.2 Eprouvettes en forme d'haltère

Ce type d'éprouvette s'applique aux câbles et conducteurs dont la limite supérieure spécifiée du diamètre moyen de la gaine dépasse 12,5 mm ou, si possible, lorsque la charge de rupture prévue d'une éprouvette tubulaire est supérieure à 650 N. La petite éprouvette en forme d'haltère peut être utilisée à la place de l'éprouvette tubulaire pour les câbles et conducteurs dont la limite supérieure du diamètre moyen de la gaine ne dépasse pas 12,5 mm, si la charge de rupture du spécimen d'essai dépasse 650 N.

If the samples of cable or cord are taken from the three places x, y and z, they shall be marked consecutively:

$x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5;$
 $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5;$
 $z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5.$

When two test pieces are taken from the circumference of the sheath, the numbering shall be:

x_0	x_1	x_4	x_5
	x_2	x_3	

The procedure shall be the same for test pieces y and z. The numbering of the samples shall correspond to their original places in the sample of the cable or cord.

Those numbered:

1 and 3 shall be subjected to the preparation and determination of the cross-sectional area, as specified in Sub-clauses 4.2 and 4.3 respectively, and to the test specified in Sub-clause 4.4 without an ageing treatment.

2 and 4 to the test after an ageing treatment, as specified in Sub-clause 4.5.

0 and 5 to the test after another ageing treatment, if required.

The tensile tests on unaged pieces shall be made at the same time as the tests on the aged pieces.

4.2 Preparation of test pieces

Test pieces may be of two types, tubular and dumb-bell.

4.2.1 Tubular test pieces

This type shall be used for cables and cords with a specified upper limit of average diameter of sheath not exceeding 12,5 mm, except when the expected breaking load of the test specimen exceeds 650 N, in which case a dumb-bell must be used, if possible.

A tube not less than 10 cm long is obtained by removal of all outer coverings, core(s) and fillers (if any), care being taken not to damage the sheath.

A length of 20 mm is marked by two lines, centrally on each piece, immediately before the tensile test.

4.2.2 Dumb-bell test pieces

This type of test piece shall be used for cables and cords with a specified upper limit of average diameter of sheath exceeding 12.5 mm or, if possible, when the expected breaking load of a tubular test piece is more than 650 N. The small dumb-bell may be used as an alternative to a tubular test piece, for cables and cords with a specified upper limit of average diameter of sheath not exceeding 12.5 mm when the expected breaking load of the test piece exceeds 650 N.

Après avoir retiré tous les revêtements extérieurs, on ouvre la gaine en la fendant dans le sens de l'axe du câble; s'il y a des empreintes dues aux conducteurs isolés en la fendant dans le sens des empreintes, on retire le ou les conducteur(s) isolé(s) et les bourrages (s'il en existe). Les gaines avec des empreintes sont meulées, en veillant à éviter un échauffement excessif. Le meulage est également admis pour les gaines sans empreintes. Après le meulage, on doit avoir deux surfaces parallèles; l'épaisseur des haltères ne doit pas être inférieure à 0,8 mm, ni supérieure à 2,0 mm.

Note. — D'autres méthodes de découpage sont admises.

Après cette préparation, on découpe un haltère conforme à la figure 1, page 46, ou à la figure 2, page 46, ou, si c'est possible, on découpe deux haltères côte à côte.

On délimite immédiatement avant l'essai de traction, par deux traits de repère, une longueur de 20 mm sur la partie centrale de chaque haltère conforme à la figure 1; une distance de 10 mm est marquée sur chaque haltère conforme à la figure 2.

4.3 Détermination de la section de la gaine

4.3.1 Section de l'éprouvette décrite dans le paragraphe 4.2.1

On détermine la section Q , en millimètres carrés, d'une gaine, sans empreintes, de chacun des échantillons par l'une des méthodes suivantes:

a) A partir des dimensions de la section, par la formule:

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

Où:

i = la valeur moyenne de l'épaisseur de la gaine, en millimètres avec deux décimales, déterminée conformément à l'annexe A

D = la valeur moyenne du diamètre extérieur de la gaine, en millimètres avec deux décimales, déterminée conformément à l'annexe A

b) A partir de la masse volumique, de la masse et la longueur, conformément à la formule:

$$Q = \frac{100 m}{\rho l}$$

Où:

m = la masse du morceau de gaine, en grammes avec trois décimales

l = la longueur, en centimètres avec deux décimales

ρ = la masse volumique obtenue à partir d'un échantillon supplémentaire de la même gaine, en grammes par centimètre cube avec trois décimales, déterminée conformément à l'annexe B

La masse volumique doit être mesurée sur la matière avant le vieillissement. En cas de doute, on emploie la méthode b).

La section Q , en millimètres carrés, d'une gaine avec empreintes sur chacun des échantillons est déterminée par la méthode b).

After removing all outer coverings, the sheath shall be cut open in the direction of the axis of the cable or cord or, if there are ridges caused by the cores, in the direction of the ridges; the core(s) and fillers (if any) are then removed. Sheaths with ridges shall be ground, care being taken to avoid undue heating. Grinding is also permissible for sheaths without ridges. After grinding, two parallel surfaces shall be obtained, the thickness of the dumb-bells shall not be less than 0.8 mm and not more than 2.0 mm.

Note. — Other methods of cutting are allowed.

After this preparation, one dumb-bell according to either Figure 1, page 46, or Figure 2, page 46, shall be punched or, if possible, two dumb-bells shall be punched side by side.

Immediately before the tensile test, a length of 20 mm is marked by two lines, centrally on each dumb-bell according to Figure 1; a length of 10 mm shall be similarly marked on each dumb-bell according to Figure 2.

4.3 Determination of cross-sectional area of the sheath

4.3.1 Cross-sectional area of the test piece described in Sub-clause 4.2.1

The cross-sectional area Q , in square millimetres, of a sheath without ridges on any of the samples shall be determined by one of the following methods:

a) From the dimensions of the section, according to the formula:

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

Where:

i = the mean value of the thickness of the sheath, in millimetres to two decimal figures, determined as described in Appendix A

D = the mean value of the outer diameter of the sheath, in millimetres to two decimal figures, determined as described in Appendix A

b) From the density, the mass and the length, according to the formula:

$$Q = \frac{100 m}{\rho l}$$

Where:

m = the mass of the piece of sheath, in grammes to three decimal figures

l = the length, in centimetres to two decimal figures

ρ = the density obtained from an additional sample of the same sheath, in grammes per cubic centimetre to three decimal figures, determined as described in Appendix B

The density must be measured on material before ageing. In case of dispute, method *b*) shall be used.

The cross-sectional area, Q , in square millimetres, of a sheath with ridges on each of the samples is determined by method *b*).

4.3.2 Section de l'éprouvette décrite au paragraphe 4.2.2

La section de chacune des éprouvettes en forme d'haltère est calculée à partir de la largeur et de l'épaisseur la plus faible de la partie centrale de l'haltère (entre les traits de repère), chacune étant la valeur moyenne de trois mesures. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un micromètre ou d'un instrument analogue exerçant une pression de contact ne dépassant pas 7 N/cm^2 et sont exprimées en millimètres avec deux décimales.

4.4 Conditionnement des éprouvettes, mode opératoire pour l'essai et expression des résultats

Le conditionnement des éprouvettes, le mode opératoire pour l'essai et l'expression des résultats doivent être conformes aux paragraphes 3.4, 3.5 et 3.6 respectivement.

4.5 Mesure de la perte de poids

Après la préparation des éprouvettes conformément au paragraphe 4.2, la mesure de la perte de poids est effectuée conformément au paragraphe 3.7.

4.6 Essai de vieillissement accéléré

Cet essai s'effectue après l'essai de perte de poids sur les mêmes éprouvettes. On détermine également leur section conformément au paragraphe 4.3, puis on effectue l'essai avec conditionnement conformément aux paragraphes 3.4 et 3.5. Les résultats sont exprimés conformément au paragraphe 3.6.

5. Essais électriques

A l'étude.

6. Essais de résistance aux craquelures de l'enveloppe isolante et de la gaine

6.1 Préparation des spécimens

6.1.1 Tant pour l'essai de l'enveloppe isolante que pour celui de la gaine, on prélève un échantillon de câble de longueur appropriée en deux endroits distants d'au moins 1 m. Les spécimens sont de deux types.

6.1.2 Pour les conducteurs isolés et les gaines de diamètre extérieur ne dépassant pas 12,5 mm, chaque spécimen doit consister en un morceau de conducteur isolé ou de câble, sauf pour les câbles et conducteurs isolés au polyéthylène et sous gaine de p.c.v. S'il existe des revêtements extérieurs, on les retire de l'enveloppe isolante et de la gaine.

6.1.3 Pour les conducteurs isolés et gaines de diamètre extérieur supérieur à 12,5 mm, et pour les gaines des câbles ou conducteurs isolés au polyéthylène, chaque spécimen doit se présenter sous forme d'une bande prélevée sur l'enveloppe isolante ou la gaine, sa largeur doit être égale à 1,5 fois son épaisseur, mais à 4 mm au moins; la bande est découpée dans le sens de l'axe de l'âme, du câble ou du conducteur.

4.3.2 *Cross-sectional area of the test piece described in Sub-clause 4.2.2*

The cross-sectional area of each of the dumb-bell test pieces shall be calculated from the width and the least thickness of the middle portion of the dumb-bell (between the gauge lines), each being the mean value of three measurements. The measurements shall be made by a micrometer or similar instrument producing a contact pressure not exceeding 7 N/cm^2 and shall be expressed in millimetres to two decimal figures.

4.4 *Conditioning of test pieces, test procedure, and expression of results*

Conditioning of test pieces, test procedure, and expression of results shall be made as specified in Sub-clauses 3.4, 3.5 and 3.6 respectively.

4.5 *Weight loss measurement*

After preparation of the test pieces as described in Sub-clause 4.2, the weight loss measurement shall be made as specified in Sub-clause 3.7.

4.6 *Accelerated ageing test*

This test shall be carried out after the weight loss test with the same test pieces. The test pieces are subjected to the determination of cross-sectional area, as specified in Sub-clause 4.3, and to the test with conditioning as specified in Sub-clauses 3.4 and 3.5. The results shall be expressed as described in Sub-clause 3.6.

5. **Electrical tests**

Under consideration.

6. **Tests for resistance of insulation and sheath to cracking**

6.1 *Preparation of the specimens*

6.1.1 Both for testing of insulation and sheath, one sample of cable or cord of suitable length shall be taken from two places, separated by at least 1 m. Two types of specimens shall be considered.

6.1.2 For cores and sheaths with an over-all diameter not exceeding 12.5 mm, each specimen shall consist of a piece of core, cable or cord, except for polyethylene insulated p.v.c. sheathed cables or cords. External coverings, if any, shall be removed from the insulation and sheath.

6.1.3 For cores and sheaths with an over-all diameter exceeding 12.5 mm, and for sheaths of polyethylene insulated cables or cords, each specimen shall consist of a strip, taken from the insulation or the sheath, whose width shall be 1.5 times its thickness but not less than 4 mm; the strip shall be cut in the direction of the axis of the conductor, cable or cord.

6.2 Mode opératoire

6.2.1 Pour les conducteurs isolés et les gaines de diamètre extérieur ne dépassant pas 12,5 mm

Chaque spécimen de conducteur isolé ou de câble comme indiqué au paragraphe 6.1.2 est enroulé autour d'un mandrin de façon à former une hélice à spires jointives. Le diamètre du mandrin et le nombre de spires sont indiqués dans le tableau I.

Pour les câbles méplats, le diamètre du mandrin est basé sur la petite épaisseur du câble qui est enroulé sur le mandrin, le petit axe étant perpendiculaire au mandrin.

TABLEAU I

Diamètre extérieur du conducteur isolé ou du câble mm	Diamètre du mandrin mm	Nombre de spires
Inférieur ou égal à 2,5	5	6
De 2,5 à 4,5 inclus	9	6
De 4,5 à 6,5 inclus	13	6
De 6,5 à 9,5 inclus	19	4
De 9,5 à 12,5 inclus	40	2

Chaque spécimen, enroulé sur son mandrin, séjourne pendant 1 h dans une étuve à la température de 150 ± 2 °C.

Après avoir laissé les échantillons atteindre approximativement la température ambiante, on les examine sans les retirer du mandrin. Les échantillons ne doivent pas présenter de craquelure visible à l'œil nu.

6.2.2 Pour les conducteurs isolés et les gaines de diamètre supérieur à 12,5 mm

Chaque spécimen conforme à la description du paragraphe 6.1.3 est enroulé autour d'un mandrin de façon à former une hélice à six spires jointives, l'intérieur de l'enveloppe isolante ou de la gaine étant appliqué sur le mandrin.

Le diamètre du mandrin est indiqué dans le tableau II.

TABLEAU II

Epaisseur nominale de l'enveloppe isolante et de la gaine mm	Diamètre du mandrin mm
Inférieure ou égale à 1	2
De 1 à 2 inclus	4
De 2 à 3 inclus	6
De 3 à 4 inclus	8
De 4 à 5 inclus	10

L'essai est effectué conformément au paragraphe 6.2.1

6.2 Procedure

6.2.1 For cores and sheaths with an over-all diameter not exceeding 12.5 mm

Each specimen of core, cable or cord as described in Sub-clause 6.1.2 shall be wound on a mandrel to form a close helix. The diameter of the mandrel and the number of turns are given in Table I.

For flat cords, the mandrel diameter shall be based on the minor dimension of the cord, which is wound on with its minor axis perpendicular to the mandrel.

TABLE I

Over-all diameter of core, cable and cord mm	Mandrel diameter mm	Number of turns
Up to and including 2.5	5	6
Over 2.5 up to and including 4.5	9	6
Over 4.5 up to and including 6.5	13	6
Over 6.5 up to and including 9.5	19	4
Over 9.5 up to and including 12.5	40	2

Each specimen, on its mandrel, shall be kept for 1 h in a heating cabinet at a temperature of 150 ± 2 °C.

After the samples have been allowed to attain approximately room temperature, they shall be examined while still on the mandrel. The samples shall show no crack visible to the naked eye.

6.2.2 For cores and sheaths with an over-all diameter exceeding 12.5 mm

Each specimen as described in Sub-clause 6.1.3 shall be wound on a mandrel to form a close helix having six turns, with the inside of the insulation or sheath on the mandrel.

The diameter of the mandrel is given in Table II.

TABLE II

Nominal thickness of insulation and sheath mm	Mandrel diameter mm
Up to and including 1 mm	2
Over 1 up to and including 2 mm	4
Over 2 up to and including 3 mm	6
Over 3 up to and including 4 mm	8
Over 4 up to and including 5 mm	10

The test shall then be carried out as described in Sub-clause 6.2.1.

7. Méthodes d'essai pour l'enveloppe isolante et la gaine à basses températures

7.1 Essai de choc

7.1.1 Prélèvement des échantillons de l'enveloppe isolante et de la gaine

Pour l'essai de l'enveloppe isolante et de la gaine, on prélève dix échantillons de câble ou de conducteur isolé, d'une longueur d'au moins 15 cm; pour les câbles méplats sans gaine, on prélève dix échantillons complets. Dans les deux cas, on prélève toujours deux échantillons en cinq endroits distants d'au moins 1 m.

7.1.2 Préparation et méthode d'essai pour les enveloppes isolantes et les gaines

Les échantillons subissent l'essai de choc dans les 16 h au moins après extrusion au moyen de l'appareil représenté par la figure 6, page 50. La masse du marteau pour l'essai de l'enveloppe isolante est de:

100 g pour les câbles de lustrerie et les câbles souples sans gaine;

200 g pour les conducteurs à une seule âme, sans gaine, de diamètre extérieur inférieur ou égal à 12,5 mm;

500 g pour les conducteurs à une seule âme, sans gaine, de diamètre extérieur de 12,5 mm à 15,0 mm inclus;

750 g pour les conducteurs à une seule âme, sans gaine, de diamètre global supérieur à 15,0 mm.

Note. — L'enveloppe isolante des câbles et des câbles souples sans gaine n'est pas soumise directement à l'essai de choc étant donné que son comportement est vérifié de façon appropriée pendant l'essai de choc de la gaine.

La masse du marteau pour l'essai de la gaine est de:

100 g pour les câbles souples;

500 g pour les autres câbles pour lesquels il est spécifié une limite supérieure du diamètre extérieur moyen lorsqu'il ne dépasse pas 15,0 mm;

750 g pour les autres câbles pour lesquels il est spécifié une limite supérieure du diamètre extérieur moyen lorsqu'il dépasse 15,0 mm.

L'essai est effectué après retrait de tout revêtement éventuel de l'enveloppe isolante ou de la gaine.

L'appareil reposant sur un bloc de caoutchouc mousse, de 4 cm d'épaisseur, est placé, ainsi que les éprouvettes, dans un réfrigérateur à une température de -15 ± 2 °C, pendant au moins 16 h. A la fin de cette période, chaque échantillon est placé, à tour de rôle, dans la position montrée dans la figure 6, et on laisse tomber le marteau d'une hauteur de 10 cm.

Les câbles méplats sont essayés avec le petit axe perpendiculaire à la base d'acier.

Note. — La période de refroidissement de 16 h comprend le temps nécessaire au refroidissement de l'appareil. Si l'appareil a subi un refroidissement préalable, une durée inférieure à 16 h est admise sans être toutefois inférieure à 4 h, à condition que les échantillons aient atteint la température d'essai prescrite.

Avant l'examen de l'enveloppe isolante, on laisse les échantillons atteindre environ la température ambiante après l'essai.

L'enveloppe isolante est alors examinée et elle ne doit pas présenter de craquelure visible à l'œil nu après avoir été soumise, en position tendue, à une torsion suivant un angle égal à 360° par 10 cm de longueur.

7. Methods of test for insulation and sheath at low temperatures

7.1 Impact test

7.1.1 Sampling of insulation and sheath

For testing the insulation and the sheath, ten samples of core, cable or cord, at least 15 cm long, shall be taken; for flat cords without sheath, ten complete samples shall be taken. In each case, two samples shall be taken from five places separated by at least 1 m.

7.1.2 Preparation and test procedure for insulation and sheath

The samples shall be subjected to an impact test not less than 16 h after extrusion by means of the apparatus shown in Figure 6, page 50. The mass of the hammer for testing the insulation shall be:

100 g for fittings cables and flexible cords without sheath;

200 g for single core cables without sheath having an over-all diameter up to and including 12.5 mm;

500 g for single core cables without sheath having an over-all diameter from 12.5 mm up to and including 15.0 mm;

750 g for single core cables without sheath having an over-all diameter exceeding 15.0 mm.

Note. — The insulation of cables and flexible cords with sheath is not subjected directly to the impact test, as its behaviour is adequately checked during the impact test of the sheath.

The mass of the hammer for testing the sheath shall be:

100 g for flexible cables and cords;

500 g for other cables for which an upper limit of average over-all diameter not exceeding 15.0 mm is specified;

750 g for other cables for which an upper limit of average over-all diameter exceeding 15.0 mm is specified.

The test shall be made after any covering has been removed from the insulation or the sheath.

The apparatus on a pad of sponge rubber, 4 cm thick, shall be placed together with the samples in a refrigerator at a temperature of $-15 \pm 2^\circ\text{C}$, for at least 16 h. At the end of this period, each sample in turn shall be placed in position as shown in Figure 6 and the hammer shall be allowed to fall from a height of 10 cm.

Flat cords shall be tested with their minor axis perpendicular to the steel base.

Note. — The cooling period of 16 h includes the time necessary for cooling down the apparatus. If the apparatus has been pre-cooled, a shorter period is permissible, but not less than 4 h, provided that the samples have attained the prescribed test temperature.

Before examining the insulation, the samples shall be allowed to attain approximately room temperature after the test.

The insulation shall then be examined and shall show no crack visible to the naked eye after the samples have been twisted, while held straight, through an angle equal to 360° for each 10 cm of length.

S'il est toutefois impossible de soumettre les échantillons à cette torsion, ils sont examinés dans les conditions spécifiées pour la gaine.

Avant l'examen de la gaine, les échantillons sont immergés dans de l'eau chaude après l'essai; la gaine est ensuite fendue dans le sens de l'axe du câble.

On examine ensuite l'intérieur et l'extérieur de la gaine et de l'enveloppe isolante; ils ne doivent pas présenter de craquelure visible à l'œil nu.

L'enveloppe isolante des câbles avec gaine n'est examinée qu'à l'extérieur.

7.2 Essai de pliage

7.2.1 Généralités

Cet essai s'applique aux conducteurs isolés et câbles de diamètre extérieur inférieur ou égal à 12,5 mm. Les échantillons de diamètre supérieur peuvent aussi être soumis à cet essai, dans la mesure où cela est possible; autrement ils doivent subir l'essai d'allongement décrit au paragraphe 7.3.

7.2.2 Prélèvement des échantillons

On prélève un échantillon de conducteur isolé, ou de câble, de longueur appropriée, en deux endroits distants d'au moins 1 m.

7.2.3 Préparation et mode opératoire

Avant de commencer l'essai, il convient de retirer tous les revêtements (s'il en existe) de l'enveloppe isolante ou de la gaine.

L'essai est effectué au moins 16 h après l'extrusion.

Les échantillons sont refroidis dans l'air à une température de -25 ± 2 °C pendant au moins 4 h.

Un mandrin de diamètre égal à quatre fois celui de l'échantillon est également refroidi à la même température et pendant la même durée que les échantillons. Pour les câbles méplats, le diamètre du mandrin doit être basé sur la plus petite dimension de l'échantillon qui est enroulé, le petit axe étant perpendiculaire au mandrin.

Chaque échantillon est enroulé étroitement autour du mandrin de façon à former une hélice à spires jointives, à raison d'environ une spire en 5 s, et à la température spécifiée ci-dessus. Le nombre de spires est indiqué dans le tableau ci-dessous:

Diamètre extérieur de l'échantillon mm	Nombre de spires
Inférieur ou égal à 2,5	10
De 2,5 à 4,5 inclus	6
De 4,5 à 6,5 inclus	4
De 6,5 à 8,5 inclus	3
De 8,5 à 12,5 inclus	2

Après le pliage à basse température, on laisse les échantillons revenir approximativement à la température ambiante.

If, however, it is not possible to twist the samples in this way, they should be examined as specified for the sheath.

Before examining the sheath, the samples shall be immersed in hot water after the test; the sheath shall then be cut open in the direction of the axis of the cable or cord.

The inside and outside of the sheath and the insulation shall then be examined, and shall show no crack visible to the naked eye.

The insulation of cables and cords with sheath shall be examined on the outside only.

7.2 Bending test

7.2.1 General

This test is intended for cores, cords and cables with an over-all diameter up to and including 12.5 mm. Samples having a larger diameter may be also subjected to this test as far as practicable; otherwise, they must be subjected to the elongation test described in Sub-clause 7.3.

7.2.2 Sampling

One sample of core, cord or cable, of suitable length shall be taken from two places separated by at least 1 m.

7.2.3 Preparation and test procedure

Before commencing the test, all covering (if any) shall be removed from the insulation or sheath.

The test shall be carried out not less than 16 h after extrusion.

The samples shall be cooled in air to a temperature of -25 ± 2 °C for at least 4 h.

A mandrel, the diameter of which shall be four times that of the sample, shall also be cooled at the same temperature and for the same time as the samples. For flat cords and cables, the mandrel diameter shall be based on the minor dimension of the sample, which shall be wound with its minor axis perpendicular to the mandrel.

Each sample shall be bent tautly round the mandrel in a close helix at a rate of one turn in approximately 5 s, while at the temperature specified above. The number of turns is given in the following table:

Over-all diameter of the sample mm	Number of turns
Up to and including 2.5	10
Over 2.5 up to and including 4.5	6
Over 4.5 up to and including 6.5	4
Over 6.5 up to and including 8.5	3
Over 8.5 up to and including 12.5	2

After bending at low temperature, the samples shall be allowed to attain approximately room temperature.

On examine les échantillons sans les retirer du mandrin. L'enveloppe isolante et la gaine ne doivent pas présenter de craquelures visibles à l'œil nu.

Note. — Cet essai de flexion peut être effectué au moyen de l'appareil représenté à la figure 7, page 51, accompagnée d'annotations. Dans ce cas, l'appareil séjourne avec l'échantillon en place, pendant au moins 16 h à une température de -25 ± 2 °C. Si l'appareil a subi un refroidissement préalable, une période plus courte est admise sans être toutefois inférieure à 4 h, à condition que l'échantillon ait atteint la température spécifiée.

7.3 Essai d'allongement

7.3.1 Généralités

Cet essai s'applique aux conducteurs isolés et câbles de diamètre extérieur supérieur à 12,5 mm et aux conducteurs sectoriaux.

7.3.2 Prélèvement des échantillons sur l'enveloppe isolante et la gaine

On prélève un échantillon de conducteur isolé, ou de câble, de longueur appropriée, en deux endroits distants d'au moins 1 m.

7.3.3 Préparation et mode opératoire pour l'enveloppe isolante et la gaine

Après avoir retiré tous les revêtements, s'il en existe, on fend l'enveloppe isolante ou la gaine dans le sens de l'axe, puis on retire l'âme ou les conducteurs isolés et les bourrages (s'il en existe).

L'enveloppe isolante et la gaine ne sont pas meulées si leur épaisseur moyenne spécifiée ne dépasse pas 4,0 mm. On ne meule les échantillons ayant une épaisseur supérieure à cette limite que du côté extérieur, de façon à obtenir une épaisseur régulière de l'échantillon et en veillant à éviter un échauffement excessif. Après le meulage, l'épaisseur ne doit pas être inférieure à 3,0 mm.

Après cette préparation, trois halteres de chaque échantillon conformes à la figure 1, page 46, sont découpés dans le sens de l'axe; si possible, on découpe deux halteres placés côte à côte.

Pour les conducteurs sectoriaux, les halteres sont découpés dans la partie arrondie du conducteur (voir figure 8, page 52).

L'essai est effectué dans les 16 h au moins après l'extrusion, à une température de -25 ± 1 °C.

L'essai peut être effectué sur une machine de traction normale équipée d'un dispositif de refroidissement ou sur une machine de traction placée dans une chambre froide. Si l'on utilise un liquide comme réfrigérant, la période de conditionnement ne doit pas être inférieure à 10 min à la température spécifiée; si le refroidissement est effectué dans l'air, la période de conditionnement doit être d'au moins 4 h; cette période peut être réduite à 2 h si l'appareil a subi un refroidissement préalable.

Si l'on utilise un liquide pour le refroidissement, il ne doit pas altérer la matière de l'enveloppe isolante ou de la gaine.

Les mâchoires de l'appareil de traction doivent être du type sans serrage automatique. Les halteres sont serrés sur la même longueur dans les deux mâchoires; la distance entre les deux mâchoires doit être de $30 \pm 0,5$ mm. La vitesse de séparation des mâchoires de la machine de traction doit être de 50 ± 5 mm/min.

L'allongement est déterminé par la mesure de la distance entre les mâchoires à la rupture.

Pour le calcul de l'allongement, l'accroissement de la distance entre les mâchoires est rapporté à la longueur de 30 mm.

The samples shall then be examined while still on the mandrel. Neither the insulation nor the sheath shall show any crack visible to the naked eye.

Note. — This bending test may be effected with the apparatus shown in Figure 7, page 51, with explanations. In that case, the apparatus with the sample in position is kept for at least 16 h at a temperature of $-25 \pm 2^\circ\text{C}$. If the apparatus has been pre-cooled, a shorter period is permissible, but not less than 4 h, provided the sample has attained the specified test temperature.

7.3 Elongation test

7.3.1 General

This test is intended for cores, cords and cables having an over-all diameter exceeding 12.5 mm and for sector-shaped cores.

7.3.2 Sampling of insulation and sheath

One sample of core, cord or cable, of suitable length shall be taken from two places separated by at least 1 m.

7.3.3 Preparation and test procedure for insulation and sheath

After removing all covering, if any, the insulation or sheath shall be cut open in the direction of the axis after which the conductor or the cores and fillers (if any) shall be removed.

The insulation and the sheath shall not be ground if their mean specified thickness does not exceed 4.0 mm. Samples having a thickness exceeding this limit shall be ground on the outside only, obtaining a regular thickness of the sample, care being taken to avoid undue heating. After grinding, the thickness shall not be less than 3.0 mm.

After this preparation, three dumb-bells of each sample according to Figure 1, page 46, shall be punched in the direction of the axis; if possible, two dumb-bells are punched side by side.

For sector-shaped cores, the dumb-bells shall be punched out of the back of the core (see Figure 8, page 52).

The test shall be carried out not less than 16 h after extrusion, at a temperature of $-25 \pm 1^\circ\text{C}$.

The test may be carried out on a normal tensile machine provided with a cooling device or on a tensile machine installed in a cooling chamber. Using a liquid as refrigerant, the conditioning time shall not be less than 10 min at specified temperature; when cooling in air, the conditioning period shall be at least 4 h; this period may be reduced to 2 h if the apparatus has been pre-cooled.

If a liquid mixture is used for cooling, it must not impair the insulating or sheathing material.

The grips of the tensile apparatus shall be of a non self-tightening type. In both grips, the dumb-bell shall be clamped over the same length; the free length between the jaws shall be 30 ± 0.5 mm. The speed of separation of the jaws of the tensile machine shall be 50 ± 5 mm/min.

The elongation shall be determined by measuring the distance between the jaws at rupture.

For calculating the elongation, the increase of the distance between the jaws shall be related to the length of 30 mm.

S'il est impossible d'observer l'échantillon pendant l'essai d'allongement, les éprouvettes sont examinées après l'essai; si elles se sont échappées des mâchoires, on ne tient pas compte du résultat. Au moins cinq valeurs valables sont exigées pour le calcul de l'allongement, sinon l'essai doit être répété. Aucune de ces valeurs ne doit être inférieure à 20%.

Note. — Un mélange d'alcool dénaturé au méthanol et de CO₂ solide constitue un réfrigérant approprié pour les essais du p.c.v; il en est de même pour le mélange d'essence et de CO₂ solide.

8. Comportement de l'enveloppe isolante et de la gaine aux températures élevées

8.1 Essai de pression aux températures élevées

8.1.1 Généralités

Cet essai s'applique aux conducteurs et câbles dont la température nominale de fonctionnement est de 70 °C.

Le revêtement du câble est essayé de la même manière que la gaine.

8.1.2 Prélèvement des échantillons sur l'enveloppe isolante et la gaine

On prélève trois morceaux de câble, chacun d'environ 4 cm de longueur, aux deux extrémités d'un échantillon de 1,25 m de longueur.

8.1.3 Préparation et mode opératoire pour l'enveloppe isolante

Les revêtements éventuels sont retirés de l'enveloppe isolante. L'essai de l'enveloppe isolante des conducteurs isolés de section circulaire et des câbles méplats sans gaine est effectué sur des tronçons entiers de conducteurs isolés et de câble, tandis que l'essai de l'enveloppe isolante des conducteurs sectoriaux est effectué sur des bandes.

Ces bandes, qui doivent être aussi larges que possible, sont découpées dans la partie circulaire de l'enveloppe isolante, dans le sens de l'axe du conducteur (voir figure 8, page 52).

L'essai est effectué dans l'eau ou dans l'air au moins 16 h après l'extrusion au moyen d'un appareil ayant une lame rectangulaire avec une arête de 0,7 mm de largeur qui peut être appuyée contre l'éprouvette, comme le montre la figure 9, page 52.

Les câbles méplats sans gaine sont placés à plat. Les bandes coupées dans les conducteurs sectoriaux sont portées par une broche ou un tube métallique et ce dernier peut être fendu en deux dans le sens de son axe pour constituer un support plus stable.

Le rayon de la broche ou du tube est approximativement égal au rayon de courbure du côté intérieur de l'enveloppe isolante sur la partie circulaire du conducteur sectorial.

Chaque éprouvette est mise en place comme le montre la figure 9, la force est exercée dans le sens perpendiculaire à l'axe du conducteur ou de la broche (tube) et la lame doit également être perpendiculaire à l'axe du conducteur isolé ou de la broche (tube).

Lorsque l'enveloppe isolante des conducteurs dont la section nominale de l'âme dépasse 35 mm² est essayée dans l'air, l'appareil, la broche ou le tube (s'il en existe) et le poids doivent être chauffés

If it is not possible to observe the sample during the elongation test, the test pieces must be examined after the test; if they have slipped out of the grips, the result shall be ignored. At least five valid values are required for calculating the elongation, otherwise the test must be repeated. None of these values shall be less than 20%.

Note. — A suitable refrigerant for testing p.v.c. is a mixture of methylated spirit with solid CO_2 ; another mixture is petrol with solid CO_2 .

8. Behaviour of insulation and sheath at high temperatures

8.1 Pressure test at high temperatures

8.1.1 General

This test is intended for cords and cables with a maximum rated operating temperature of 70 °C.

The serving of a cable shall be tested in the same way as the sheath.

8.1.2 Sampling of the insulation and the sheath

Three complete pieces of cord and cable, each about 4 cm long, shall be taken from both ends of a sample which is about 1.25 m long.

8.1.3 Preparation and test procedure for the insulation

Any covering shall be removed from the insulation. The insulation of round cores and flat cords without sheath shall be tested on complete pieces of core and cord, whereas the insulation of sector-shaped cores shall be tested on strips.

These strips, which must be as wide as possible, shall be cut from the back of the insulation in the direction of the axis of the core (see Figure 8, page 52).

The test shall be made in water or air, at least 16 h after extrusion, by means of an apparatus having a rectangular blade with an edge, 0.7 mm wide, which can be pressed against the test piece, as shown in Figure 9, page 52.

Flat cords without sheath shall be laid on their flat side. The strips, cut from sector-shaped cores, are supported by a metal pin or tube which may be halved in the direction of its axis to make a more stable support.

The radius of the pin or tube is approximately equal to the radius of the inner side of the insulation on the back of the sectoral core.

Each test piece shall be placed in position as shown in Figure 9, the force shall be applied in a direction perpendicular to the axis of the core or the pin (tube), and the blade shall also be perpendicular to the axis of the core or the pin (tube).

When the insulation of cores with a conductor having a nominal cross-sectional area exceeding 35 mm² is tested in air, the apparatus, pin or tube (if any) and the weight should be pre-heated till they

préalablement jusqu'à ce qu'ils atteignent la température d'essai. La force P , en newtons, exercée par la lame sur l'éprouvette (de l'échantillon de conducteurs circulaires et sectoraux) est donnée par la formule:

$$P = 0,8 \sqrt{2 Di - i^2}$$

Où:

i = la valeur moyenne, en millimètres, de l'épaisseur de l'enveloppe isolante de l'échantillon

D = la valeur moyenne, en millimètres, du diamètre extérieur de l'échantillon de conducteur circulaire

Pour les conducteurs sectoraux, D est la valeur moyenne, en millimètres, du diamètre des conducteurs sectoraux assemblés en torons, déterminée à partir d'une mesure de la circonférence en trois endroits différents de l'échantillon de câble.

La force appliquée sur l'éprouvette de câble méplat sans gaine est égale à deux fois la valeur indiquée par la formule ci-dessus, où:

D = la valeur moyenne, en millimètres, de la plus petite dimension de l'échantillon

i = la valeur moyenne, en millimètres, de l'épaisseur de l'enveloppe isolante de l'échantillon

La force calculée peut être arrondie au chiffre inférieur, mais pas de plus de 3%. Pour l'essai dans l'eau, il y a lieu de tenir compte de la pression exercée vers le haut sur la lame et du poids suspendu à la lame.

L'éprouvette chargée, non préchauffée, est maintenue en position d'essai pendant 3 h dans l'eau ou pendant 4 h dans l'air à la température de:

$70 \pm 0,5$ °C pour les câbles souples;

$80 \pm 0,5$ °C pour les autres câbles.

L'éprouvette est ensuite refroidie en charge. Dans l'étuve, cette opération peut être effectuée en arrosant l'éprouvette à l'eau froide à l'endroit sur lequel appuie la lame.

Lorsque l'essai est effectué dans une cuve d'eau, l'éprouvette est amenée juste au-dessus de la surface de l'eau, ou alors la surface de l'eau est abaissée juste au-dessous de l'éprouvette, qui est ensuite refroidie avec de l'eau froide.

Pendant le refroidissement, après l'essai dans l'eau, la charge doit rester immergée.

L'éprouvette doit être retirée de l'appareil lorsqu'elle est refroidie à la température à laquelle la reprise de l'enveloppe isolante est pratiquement terminée; l'éprouvette est ensuite refroidie par immersion dans de l'eau froide.

Immédiatement après refroidissement, on prépare l'éprouvette pour déterminer la profondeur de l'empreinte.

On découpe une bande étroite sur l'enveloppe isolante dans le sens de l'axe du conducteur perpendiculaire à l'empreinte comme indiqué à la figure 10, page 53.

On pose la bande à plat sous un microscope de mesure et on règle le réticule sur le fond de l'empreinte et le côté extérieur de l'enveloppe isolante comme indiqué à la figure 11, page 53.

L'enveloppe isolante des petits conducteurs isolés est coupée en deux dans le sens de l'axe du conducteur, perpendiculairement à l'empreinte comme indiqué à la figure 12, page 54. La valeur médiane des mesures de l'empreinte ne doit pas être supérieure à 50% de la valeur moyenne de l'épaisseur de l'enveloppe isolante de l'échantillon.

Note. — La capacité des éléments chauffants dans la cuve d'eau doit être suffisante pour essayer les gros conducteurs isolés.

have reached the test temperature. The force P , in newtons, exerted by the blade upon the test piece (of the sample of round and sector-shaped cores) is given by the formula:

$$P = 0.8 \sqrt{2 Di - i^2}$$

Where:

i = the mean value, in millimetres, of the thickness of the insulation of the sample

D = the mean value, in millimetres, of the outer diameter of the sample for round cores

For sector-shaped cores, D is the mean value, in millimetres, of the diameter of the stranded sector-shaped cores, determined from one measurement of the circumference made at three different places of the sample of cable.

The force applied upon the test piece of flat cords without sheath is twice the value given by the above formula, where:

D = the mean value, in millimetres, of the minor dimension of the sample

i = the mean value, in millimetres, of the thickness of the insulation of the sample

The calculated force may be rounded off downwards by not more than 3%. When testing in water, the upward pressure upon the blade and the weight hanging on the blade should be taken into account.

The loaded, not pre-heated, test-piece shall be kept in the test position for 3 h in water or for 4 h in air at a temperature of:

70 ± 0.5 °C for flexible cables and cords;

80 ± 0.5 °C for other cables.

The test piece shall then be chilled under load. In the heating cabinet, this operation may be carried out by spraying the test piece with cold water on the spot where the blade is pressing.

When testing in a water bath, the test piece shall either be brought just above the water surface or the water surface shall be lowered till just below the test piece, after which the test piece shall be chilled with cold water.

During the cooling procedure, after testing in water, the load shall remain below the water level.

The test piece shall be removed from the apparatus when it has cooled to a temperature where the recovery of the insulation is substantially complete; the test piece shall be cooled further by immersion in cold water.

Immediately after cooling, the test piece shall be prepared for determining the depth of indentation.

A narrow strip shall be cut from the insulation in the direction of the axis of the core, perpendicular to the indentation as shown in Figure 10, page 53.

The strip shall be laid flat under a measuring microscope and the cross wire shall be adjusted to the bottom of the groove and the outside of the insulation as shown in Figure 11, page 53.

The insulation of small cores shall be halved in the direction of the axis of the core, perpendicular to the indentation as shown in Figure 12, page 54. The median value of the indentation measurements of the test pieces shall be not more than 50% of the mean value of the thickness of the insulation of the sample.

Note. — The capacity of the heating elements in the water bath should be sufficient for testing heavy cores.

8.1.4 Préparation et mode opératoire pour la gaine

Les revêtements éventuels doivent être retirés de la gaine. On découpe une bande couvrant environ un tiers de la circonférence dans le sens de l'axe du câble ou du conducteur isolé, sur une gaine sans empreintes et sur une gaine avec empreintes dues à plus de cinq conducteurs. Ces empreintes doivent être supprimées par meulage.

Si une gaine a des arêtes dues à cinq ou moins de cinq conducteurs isolés, la bande est découpée dans le sens des empreintes de sorte qu'elle porte au moins une rainure, approximativement au milieu de la bande dans le sens de la longueur.

L'essai est effectué au moyen de l'appareil décrit au paragraphe 8.1.3. Les bandes sont portées par une broche métallique ou un tube de la même façon que l'enveloppe isolante des conducteurs sectoriaux.

Si l'éprouvette préparée présente des empreintes, le rayon de la broche (tube) doit être approximativement égal à la moitié du diamètre du conducteur isolé; si l'éprouvette préparée ne porte pas d'empreintes, le rayon de la broche (tube) doit être approximativement égal à la moitié du diamètre intérieur de la gaine.

L'appareil, la bande et la broche (tube) support sont disposés de telle façon que la broche supporte la bande, la broche étant placée dans la rainure de l'éprouvette, s'il en existe, et la lame étant appuyée contre la surface extérieure de la gaine.

Lorsqu'on essaie une gaine d'épaisseur moyenne supérieure à 1,5 mm dans l'air, l'appareil, la broche ou le tube et le poids doivent être chauffés préalablement jusqu'à ce qu'ils aient atteint la température d'essai.

La force est appliquée perpendiculairement à l'axe de la broche, et la lame doit également être perpendiculaire à l'axe de la broche. La force P , en newtons, exercée par la lame sur l'éprouvette de l'échantillon de gaine est donnée par la formule:

$$P = 0,8 \sqrt{2 D i - i^2}$$

Où:

i = la valeur moyenne, en millimètres, de l'épaisseur de la gaine de l'échantillon

D = la valeur moyenne, en millimètres, du diamètre extérieur de la gaine de l'échantillon

Pour les échantillons méplats, D est la valeur moyenne, en millimètres, de la petite dimension extérieure de la gaine de l'échantillon.

La force appliquée à une éprouvette préparée, prélevée sur un câble circulaire comportant plusieurs empreintes, est égale à 0,9 fois la valeur calculée P .

La force calculée peut être arrondie à la valeur inférieure, mais pas de plus de 3%. Lors de l'essai dans l'eau, il convient de tenir compte de la pression exercée vers le haut sur la lame et du poids suspendu à la lame.

L'essai est ensuite achevé comme décrit au paragraphe 8.1.3 pour les conducteurs isolés, pour déterminer la profondeur de l'empreinte.

La valeur médiane des mesures de l'empreinte produite sur les éprouvettes ne doit pas être supérieure à 50% de la valeur moyenne de l'épaisseur de la gaine de l'échantillon.

8.1.4 Preparation of and test procedure for the sheath

Any covering shall be removed from the sheath. A strip, enclosing about a third part of the circumference shall be cut in the direction of the axis of the cable or cord from a sheath without ridges, and from a sheath with ridges caused by more than five cores. These ridges shall be removed by grinding.

If a sheath shows ridges caused by five or less cores, the strip shall be cut in the direction of the ridges so that it contains at least one groove, which lies approximately in the middle of the strip throughout its length.

The test shall be made by means of the apparatus described in Sub-clause 8.1.3. The strips are supported by a metal pin or tube in the same way as the insulation of sector-shaped cores.

If the prepared test piece shows ridges, the pin (tube) radius shall be approximately equal to half the core diameter; if the prepared test piece contains no ridges, the pin (tube) radius shall be approximately equal to half the inner diameter of the sheath.

The apparatus, the strip and the supporting pin (tube) shall be arranged so that the pin supports the strip, the pin lying in the groove, if any, of the test piece, and the blade pressed against the outer surface of the sheath.

When a sheath with a mean thickness exceeding 1.5 mm is tested in air, the apparatus, pin or tube and the weight shall be pre-heated till they have reached the test temperature.

The force shall be applied in a direction perpendicular to the axis of the pin, and the blade shall also be perpendicular to the axis of the pin. The force P , in newtons, exerted by the blade upon each test piece of the sample of the sheath is given by the formula:

$$P = 0.8 \sqrt{2 D i - i^2}$$

Where :

i = the mean value, in millimetres, of the thickness of the sheath of the sample

D = the mean value, in millimetres, of the outer diameter of the sheath of the sample

For flat samples, D is the mean value, in millimetres, of the minor outer dimension of the sheath of the sample.

The force applied upon a prepared test piece, taken from a round cord or cable which contains one or more grooves, is 0.9 times the calculated value, P .

The calculated force may be rounded off downwards by not more than 3%. When testing in water, the upward pressure upon the blade and the weight hanging on the blade shall be taken into account.

The test shall then be completed as described in Sub-clause 8.1.3 for cores, to determine the depth of the indentation.

The median value of the indentation measurements of the test pieces shall be not more than 50% of the mean value of the thickness of the sheath of the sample.

ANNEXE A

MESURES DE L'ÉPAISSEUR ET DU DIAMÈTRE EXTÉRIEUR DE L'ENVELOPPE ISOLANTE ET DE LA GAINÉ

Mode opératoire

Chaque spécimen doit consister en une mince tranche d'enveloppe isolante ou de gaine dont on a soigneusement retiré tous les revêtements et toutes les parties intérieures. La tranche est coupée à l'aide d'un couteau bien aiguisé, suivant un plan perpendiculaire à l'axe du conducteur (dans le cas des enveloppes isolantes) ou du câble (dans le cas des gaines).

Le spécimen est placé sous un microscope de mesure, l'emplacement de la coupure étant perpendiculaire à l'axe optique. Le microscope permet une lecture avec une précision de 0,001 mm.

Si le profil extérieur montre des inégalités, le réticule du microscope doit être réglé conformément à la figure 3, page 47.

Si le profil intérieur du spécimen (enveloppe isolante ou gaine) est de forme circulaire, on effectue six mesures radiales en des points répartis aussi régulièrement que possible sur la circonférence.

Lorsque l'enveloppe isolante est prélevée sur un conducteur assemblé en torons, on effectue six mesures radiales dans le sens où l'enveloppe isolante est mince, c'est-à-dire entre les empreintes causées par les torons.

Dans tous les cas, la première mesure est effectuée à l'endroit où l'enveloppe isolante est la plus mince.

Après réglage du microscope, on mesure l'épaisseur et le diamètre extérieur.

Les lectures doivent être faites avec trois décimales.

Les valeurs de diamètre et d'épaisseur dérivées des mesures sont arrondies à deux décimales; si la troisième décimale est égale ou supérieure à 5, la seconde décimale est augmentée de 1.

La moyenne des six valeurs obtenues de cette façon pour le diamètre et l'épaisseur sont le diamètre moyen et l'épaisseur moyenne de l'éprouvette respectivement.

APPENDIX A

MEASUREMENTS OF THICKNESS AND OUTER DIAMETER OF INSULATION AND SHEATH

Procedure

Each specimen should consist of a thin slice of insulation or sheath, from which all coverings and internal parts have been carefully removed. The slice should be cut, with a sharp knife, along a plane perpendicular to the axis of the conductor (in the case of insulations) or of the cable (in the case of sheaths).

The specimen should be placed under a measuring microscope with the plane of the cut perpendicular to the optical axis. The microscope allows a reading of 0.001 mm.

When the outer profile shows unevenness, the cross-wire of the microscope should be adjusted as indicated in Figure 3, page 47.

When the inner profile of the specimen (insulation or sheath) is a circle, six measurements should be carried out radially, as far as possible equally spaced around the circumference.

When the insulation is taken from a stranded conductor, six measurements should be made radially in the directions where the insulation is thin, i.e. between the ridges caused by strands.

In all cases, the first measurement should be made at the place where the insulation is thinnest.

After adjusting the microscope, both thickness and outer diameter should be measured.

The readings should be made to three decimal figures.

The values for the diameter and the thickness derived from the measurements should be rounded off to two decimal figures; if the third decimal figure is 5 or more, the second decimal figure should be raised to the next number.

The averages of the six values found in this way for diameter and thickness are the mean diameter and the mean thickness of the test piece respectively.

ANNEXE B

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES ENVELOPPES ISOLANTES ET DES GAINES DE P.C.V.

MÉTHODE DU PYCNOMÈTRE

1. L'appareil

L'appareil employé se constitue:

- d'une balance avec une précision de 0,1 mg;
- d'une fourche à plateaux ou d'un autre support fixe;
- d'un pycnomètre de 50 ml de capacité;
- d'un bain liquide avec un contrôle thermostatique.

2. Spécimen

Le spécimen doit être prélevé sur l'enveloppe isolante de la gaine nue. La masse du spécimen ne doit pas être inférieure à 1 g ni supérieure à 5 g. Le spécimen est obtenu par découpage de l'échantillon d'enveloppe isolante ou de gaine en un certain nombre de petits morceaux; les petits tubes d'enveloppe isolante et de gaine sont coupés dans le sens longitudinal en deux ou plusieurs parties pour éviter l'inclusion de bulles d'air.

3. Conditionnement

Le spécimen doit être à la température ambiante de 20 ± 5 °C.

4. Mode opératoire

On pèse le pycnomètre vide et sec, puis une quantité appropriée du spécimen dans le pycnomètre. On immerge le spécimen dans l'alcool à 96% et on évacue tout l'air du spécimen, par exemple en faisant le vide dans le pycnomètre placé verticalement dans un dessiccateur. On supprime le vide (s'il a été fait) et on remplit le pycnomètre du liquide d'immersion. On le porte à une température de $20 \pm 0,5$ °C dans un bain puis on termine le remplissage exactement à la pleine capacité du pycnomètre. On sèche et on pèse le pycnomètre avec son contenu. On le vide et on le remplit du liquide d'immersion, on évacue l'air et on détermine le poids du contenu et du pycnomètre à $20 \pm 0,5$ °C.

5. Calcul

On calcule la masse volumique de l'enveloppe isolante et de la gaine de p.c.v. par la formule suivante:

$$\text{masse volumique à } 20 \text{ °C} = \frac{m \times \varrho_1}{m_1 - m_2}$$

Où:

m = masse du spécimen, en grammes

m_1 = masse du liquide nécessaire pour remplir le pycnomètre, en grammes

m_2 = masse du liquide nécessaire pour remplir le pycnomètre lorsqu'il contient le spécimen, en grammes

ϱ_1 = masse volumique du liquide d'immersion à 20 °C, alcool à 96%:

$$\varrho \text{ à } 20 \text{ °C} = 0,8013 \text{ g/cm}^3$$

APPENDIX B

METHOD FOR DETERMINING THE DENSITY OF P.V.C. INSULATION AND SHEATH

PYCNOMETER METHOD

1. Apparatus

The apparatus for this method consists of:

- a balance with a precision of 0.1 mg;
- a pan straddle or other stationary support;
- a pycnometer of 50 ml capacity;
- a liquid bath provided with a thermostatic control.

2. Specimen

The specimen should be taken from the bare insulation or sheath. The mass of the specimen should be not less than 1 g and not greater than 5 g. The specimen should be made by cutting the sample of insulation or sheath into a number of small pieces; small tubes of insulation and sheath should be cut longitudinally into two or more parts to prevent the enclosure of air bubbles.

3. Conditioning

The specimen should be at an ambient temperature of 20 ± 5 °C.

4. Procedure

Weigh the pycnometer empty and dry, then weigh a suitable quantity of the specimen in the pycnometer. Cover the test specimen with immersion liquid (alcohol 96%) and remove all air from the specimen, for example by applying a vacuum to the pycnometer standing in a desiccator. Break the vacuum (if applied) and fill the pycnometer with the immersion liquid. Bring it to a temperature of 20 ± 0.5 °C in the bath, and then complete filling exactly to the limits of the capacity of the pycnometer. Wipe dry and weigh the pycnometer with its contents. Empty and fill with the immersion liquid, removing air and determine the weight of the contents and pycnometer at 20 ± 0.5 °C.

5. Calculation

Calculate the density of the p.v.c. insulation and sheath from the following relation:

$$\text{density at } 20^\circ\text{C} = \frac{m \times \rho_1}{m_1 - m_2}$$

Where:

m = mass of specimen, in grammes

m_1 = mass of liquid required to fill the pycnometer, in grammes

m_2 = mass of liquid required to fill the pycnometer, when containing the specimen, in grammes

ρ_1 = density of immersion liquid at 20 °C, alcohol 96%:

$$\rho \text{ at } 20^\circ\text{C} = 0.8013 \text{ g/cm}^3$$

ANNEXE C

MÉTHODES DE MESURE DU DÉBIT D'AIR DANS LES ÉTUVES

1. Méthode 1 – Méthode indirecte ou méthode de la consommation de puissance

Dans cette méthode, le surplus de puissance nécessaire pour maintenir l'étuve à une température donnée avec ses portes ouvertes, par rapport à la puissance nécessaire pour maintenir l'étuve à la même température avec ses portes fermées, est utilisé comme mesure de la quantité d'air traversant l'étuve lorsque les portes sont ouvertes. La puissance moyenne (x watts) nécessaire pour maintenir la température de l'étuve à $80 \pm 2^\circ\text{C}$ au-dessus de la température ambiante, lorsque les portes sont ouvertes, est déterminée pendant une période de 30 min ou plus. Les ouvertures de ventilation (et, si nécessaire, l'ouverture pour le thermomètre) sont alors fermées et la puissance moyenne (y watts) nécessaire pour maintenir la même température pendant la même durée est déterminée. Il est essentiel que la différence entre la température de l'étuve et la température ambiante soit, à $0,2^\circ\text{C}$ près, la même pour les deux essais. La température ambiante est mesurée en un point situé à 183 cm (6 ft) de l'étuve, approximativement au niveau de sa base, et à une distance d'au moins 61 cm (2 ft) de tout objet solide.

La quantité d'air traversant l'étuve, lorsque ses portes sont ouvertes, est donnée par les formules:

$$w = \frac{x - y}{Cp (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$V = \frac{3600 w}{d} \quad (2)$$

Où:

Cp = la chaleur spécifique de l'air à pression constante (1,003 J/g)

t_1 = la température ambiante

t_2 = la température de l'étuve

$x - y$ = la différence de consommation de puissance, comme défini au premier alinéa

w = la masse de l'air, en grammes par seconde

V = le volume de l'air, en litres par heure

d = la masse volumique de l'air dans le laboratoire au moment de l'essai, en grammes par litre

Note — La masse volumique de l'air à 760 mmHg et à 20°C est de 1,205 g/l.

Donc:

$$V = \frac{3600 (x - y)}{1,003 d (t_2 - t_1)} \quad \text{ou} \quad V = \frac{3590 (x - y)}{d (t_2 - t_1)}$$

Cette formule suppose que, si les portes sont fermées, l'air ne traverse pas l'étuve. Pour cette raison, il ne doit pas y avoir de fuites; le joint d'étanchéité de la porte doit être scellé au moyen d'un ruban adhésif et toutes les ouvertures, y compris la fenêtre d'entrée, doivent être fermées de façon efficace.

Si l'on utilise un wattmètre pour mesurer la puissance consommée, le temps en secondes pendant lequel les éléments chauffants de l'étuve sont en circuit est mesuré avec un compte-secondes et la lecture du wattmètre est faite une fois pendant la période de mise en circuit. La moyenne des lectures en watts multipliée par le temps total enregistré par le compte-secondes et divisée par la durée de l'essai en secondes est prise comme puissance, en watts, nécessaire pour maintenir une température constante.

APPENDIX C

METHODS OF MEASURING AIR FLOW IN OVENS

1. Method 1 – Indirect or power consumption method

In this method, the additional power required to maintain the oven at a given temperature with its ports open, over that required to maintain the oven at the same temperature with its ports closed, is used as a measure of the quantity of air passing through the oven when the ports are open. The average power (x watts) required to maintain the oven temperature at $80 \pm 2^\circ\text{C}$ above the room temperature when the ports are open is determined over a period of 30 min or longer. The ventilation ports (and, if necessary, the thermometer aperture) are now closed and the average power (y watts) to maintain the same temperature over a similar period is determined. It is essential that the difference between the oven temperature and the room temperature should be the same for the two tests to within 0.2°C . The room temperature should be measured at a point 183 cm (6 ft) from the oven, approximately level with its base, and at least 61 cm (2 ft) from any solid objects.

The amount of air passing through the oven when the ports are open is given by the formulae:

$$w = \frac{x - y}{C_p (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$V = \frac{3600 w}{d} \quad (2)$$

Where:

C_p = the specific heat of air at constant pressure (1.003 J/g)

t_1 = the room temperature

t_2 = the oven temperature

$x - y$ = the difference in power consumption, as defined in the first paragraph

w = the mass of air, in grammes per second

V = the volume of air, in litres per hour

d = the density of air in the laboratory at the time of test, in grammes per litre

Note. — The density of air at 760 mmHg and 20°C is 1.205 g/l.

Hence:

$$V = \frac{3600 (x - y)}{1.003 d (t_2 - t_1)} \quad \text{or} \quad V = \frac{3590 (x - y)}{d (t_2 - t_1)}$$

This formula assumes that, when the ports are closed, no air passes through the oven. Therefore, there must be no leakages; the door joint should be sealed with adhesive tape and all apertures, including the inlet port, should be effectively closed.

If the power consumption is measured with a wattmeter, the total length of time in seconds for which the oven heaters are “on” is measured with a stopclock and the reading of the wattmeter is taken once during each “on” period. The average of the wattage readings multiplied by the total time registered by the stopclock and divided by the duration of the test in seconds is taken as the power, in watts, required to maintain constant temperature.

Si l'on utilise un wattheuremètre ou un kilowattheuremètre, la lecture de la consommation totale d'énergie enregistrée par l'appareil est divisée par la durée de l'essai mesurée comme fraction d'une heure. Si l'on utilise un kilowattheuremètre à usage domestique, les unités de cadran sont trop larges pour permettre d'obtenir une précision suffisante pour une période d'essai raisonnablement courte, et le disque de rotation de ces appareils est par conséquent utilisé pour indiquer la consommation d'énergie. L'appareil doit fonctionner jusqu'à ce que la marque du disque se trouve en face du centre de la vitre; ensuite, il est déconnecté jusqu'au commencement de l'essai.

Afin de réduire l'erreur possible, on prend une période d'essai suffisamment longue pour permettre environ 100 tours du disque, et il est préférable d'arrêter l'essai lorsque la marque du disque est visible. Si la marque n'est cependant pas visible à la fin de l'essai, on ajoute une fraction de tour estimé. L'essai est commencé et terminé aux points correspondants des positions «fermée et ouverte» du cycle de chauffage (c'est-à-dire au moment où les éléments chauffants sont déclenchés par le thermostat).

2. Méthode 2 – Méthode directe et continue

Cette méthode, utilisée comme substitut de la méthode 1, permet le contrôle direct et continu de l'alimentation en air.

2.1 Description du matériel

En partant de la source d'air comprimé, c'est-à-dire d'une canalisation ou de bouteilles d'air:

a) Régulateur de pression

Dispositif destiné à ramener la pression d'alimentation d'un nombre élevé d'atmosphères aux faibles valeurs de pression nécessaires à l'alimentation de l'étuve.

Il est pourvu d'une soupape réglable qui assure l'écoulement à pression constante.

b) Débitmètre

Appareil permettant de mesurer le débit d'air. Il est représenté par la figure 4, page 48, et fonctionne sur un principe manométrique, avec:

1) Un tube capillaire étalonné, ayant un diamètre intérieur étalonné d'environ 2 mm et une longueur étalonnée d'environ 70 mm. La figure 5, page 49, donne le diagramme typique d'étalonnage, établi par un institut italien qualifié, duquel il ressort qu'un tel tube permet le contrôle du débit d'air jusqu'à 500 l/h à 600 l/h;

2) Un tube manométrique avec une double échelle de différence de pression comprise entre 0 et ± 300 mm d'eau. Le liquide manométrique contient de l'eau distillée.

c) Etuve à air

Etuve à air ordinaire, à employer après en avoir bien assuré l'étanchéité, en particulier celle du tube d'alimentation qui doit de préférence pénétrer dans l'étuve par le fond. L'ouverture de sortie qui peut être au sommet de l'étuve doit être le seul orifice ouvert.

Note. — L'attention est attirée sur les deux points suivants, relatifs à la fiabilité de la méthode et du matériel:

a) Le débitmètre décrit ci-dessus peut être considéré comme parfaitement sûr, facile à construire et à étalonner, ainsi qu'approprié à la gamme des débits d'air mis en jeu.

b) Comme le montrent les essais, l'adoption de la ventilation «forcée» ne modifie pas dans la pratique l'uniformité de la température aux différents points des étuves.