

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
332-3**

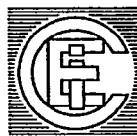
Deuxième édition
Second edition
1992-03

Essais des câbles électriques soumis au feu

Partie 3:
Essais sur des fils ou câbles en nappes

Tests on electric cables under fire conditions

Part 3:
Tests on bunched wires or cables



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 332-3: 1992

Révision de la présente publication

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

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
332-3**

Deuxième édition
Second edition
1992-03

Essais des câbles électriques soumis au feu

Partie 3:
Essais sur des fils ou câbles en nappes

Tests on electric cables under fire conditions

Part 3:
Tests on bunched wires or cables

© CEI 1992 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 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8

Articles

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1	Domaine d'application	10
1.2	Références normatives	10

SECTION 2: PARTICULARITÉS COMMUNES AUX PROCÉDURES D'ESSAIS

2.1	Echantillon en essai et catégories	10
2.2	Description de l'équipement d'essai	12
2.3	Calcul du nombre d'éprouvettes	12
2.4	Montage des échantillons en essai	14
2.5	Source d'inflammation	16
2.6	Positionnement de la source d'inflammation	16
2.7	Procédure d'essai	18
2.8	Prescriptions relatives au comportement et procédure pour essai de confirmation	18
2.9	Mesure de l'indice d'oxygène (IO)	18
2.10	Guide pour la sélection des câbles pour l'essai de type	20

SECTION 3: MÉTHODE D'INSTALLATION DES ÉCHANTILLONS D'ESSAI
ET DURÉE D'APPLICATION DE LA FLAMME
POUR LES CATÉGORIES A, DÉSIGNATION F/R ET F

3.1	Sélection des tronçons de câble	22
3.2	Méthode de fixation	22
3.3	Positionnement des échantillons d'essai	22
3.4	Temps d'application de la flamme	24

SECTION 4: MÉTHODE D'INSTALLATION DES ÉCHANTILLONS D'ESSAI
ET DURÉE D'APPLICATION DE LA FLAMME
POUR LA CATÉGORIE B, DÉSIGNATION F

4.1	Sélection des tronçons de câble	24
4.2	Méthode de fixation	24
4.3	Positionnement des échantillons d'essai	24
4.4	Temps d'application de la flamme	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9

Clause

SECTION 1: GENERAL

1.1	Scope	11
1.2	Normative references	11

SECTION 2: GENERAL DETAILS OF TEST PROCEDURES

2.1	Test sample and categories	11
2.2	Details of the test rig	13
2.3	Determination of number of test pieces	13
2.4	Mounting of the test sample	15
2.5	Ignition source	17
2.6	Positioning of ignition source	17
2.7	Test procedure	19
2.8	Performance requirements and retest procedure	19
2.9	Measurement of oxygen index (OI)	19
2.10	Guidance for cable selection for type approval test	21

SECTION 3: METHOD OF MOUNTING TEST SAMPLES
AND FLAME APPLICATION TIMES,
FOR CATEGORY A, DESIGNATIONS F/R AND F

3.1	Selection of test pieces	23
3.2	Method of attachment	23
3.3	Positioning of test samples	23
3.4	Flame application time	25

SECTION 4: METHOD OF MOUNTING TEST SAMPLES
AND FLAME APPLICATION TIMES,
FOR CATEGORY B, DESIGNATION F

4.1	Selection of test pieces	25
4.2	Method of attachment	25
4.3	Positioning of test samples	25
4.4	Flame application time	27

Articles

Pages

SECTION 5: MÉTHODE D'INSTALLATION DES ÉCHANTILLONS D'ESSAI
ET DURÉE D'APPLICATION DE LA FLAMME
POUR LA CATÉGORIE C, DÉSIGNATION F

5.1	Sélection des tronçons de câble	26
5.2	Méthode de fixation	26
5.3	Positionnement des échantillons d'essai	26
5.4	Temps d'application de la flamme	28
Tableaux		30
Figures		34
ANNEXES		
A	Détails du brûleur normalisé	44
B	Méthode de mesure de l'indice d'oxygène pour les composants non métalliques dans les câbles électriques	46

**SECTION 5: METHOD OF MOUNTING TEST SAMPLES
AND FLAME APPLICATION TIMES,
FOR CATEGORY C, DESIGNATION F**

5.1	Selection of test pieces	27
5.2	Method of attachment	27
5.3	Positioning of test samples	27
5.4	Flame application time	29
Tables		31
Figures		34
ANNEXES		
A	Details of proposed burner	45
B	Method of measurement of oxygen index for non-metallic components in electric cables	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS DES CÂBLES ÉLECTRIQUES SOUMIS AU FEU

Partie 3: Essais sur des fils ou câbles en nappes

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

Le présent Rapport technique a été établi par le Sous-Comité 20C: Caractéristiques de combustion des câbles électriques, du Comité d'Etudes n° 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette deuxième édition de la CEI 332-3 remplace la première édition parue en 1982, ainsi que la modification 2 (1987).

Le texte de ce rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
20C(BC)3	20C(BC)8

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport.

Le présent rapport est un Rapport technique de type 2. Il ne doit pas être considéré comme Norme internationale.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce Rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TESTS ON ELECTRIC CABLES UNDER FIRE CONDITIONS

Part 3: Tests on bunched wires or 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This Technical Report has been prepared by Sub-Committee 20C: Burning characteristics of electric cables, of IEC Technical Committee No. 20: Electric cables.

This second edition of IEC 332-3 replaces the first edition issued in 1982 and Amendment 2 (1987).

The text of this report is based on the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
20C(CO)3	20C(CO)8

Full information on the voting for the approval of this report can be found in the Voting Report indicated in the above table.

This report is a Technical Report of type 2. It is not to be regarded as an International Standard.

A review of this Technical Report will be carried out not later than three years after its publication with the options of: extension for another three years, conversion into an International Standard, or withdrawal.

INTRODUCTION

Les parties 1 et 2 de la CEI 332 spécifient une méthode d'essai pour caractériser la propagation de la flamme sur un fil isolé ou un câble seul en position verticale. On ne peut pas présumer que lorsqu'un fil ou câble satisfait aux prescriptions des parties 1 et 2, des fils ou câbles similaires disposés en nappe se comporteront de la même façon. Cela est dû au fait que la propagation de la flamme le long d'une nappe de câbles dépend d'un certain nombre de paramètres, tels que:

- a) le volume des matériaux combustibles exposés au feu et aux flammes qui peuvent être produites par la combustion des câbles;
- b) la configuration géométrique des câbles, et leur situation par rapport à leur environnement;
- c) la température à laquelle il est possible d'enflammer les gaz émis par les câbles;
- d) la quantité de gaz combustible émis par les câbles pour une température donnée;
- e) le volume d'air passant à travers l'installation des câbles;
- f) la construction des câbles, par exemple armés ou non armés.

Tout ce qui précède présume que les câbles peuvent être enflammés lorsqu'ils sont impliqués dans un incendie externe.

Ce rapport donne les détails d'un essai où un certain nombre de câbles sont disposés en nappes pour former différentes installations des échantillons. Trois sections, 3 à 5, donnent les détails des différentes catégories d'essais ayant des volumes variés de matériaux non métalliques par mètre d'échantillons soumis à l'essai.

La méthode de montage décrite en catégorie A et désignée F/R dans la section 3 est destinée aux câbles spéciaux utilisés dans des installations particulières, par exemple les centrales électriques.

La méthode de montage décrite en catégorie A et désignée F dans la section 3 est introduite afin qu'une comparaison conséquente avec les essais des sections 4 et 5 puisse être faite sur les effets d'une augmentation du volume de matériaux non métalliques, et de la durée de l'essai.

INTRODUCTION

Parts 1 and 2 of IEC 332 specify methods of test for flame propagation characteristics for a single vertical insulated wire or cable. It cannot be assumed that, because a cable or wire meets the requirements of parts 1 and 2, a bunch of similar cables or wires will behave in a similar manner. This is because the propagation of flame along a bunch of cables depends on a number of features, such as:

- a) the volume of combustible material exposed to the fire and to any flame which may be produced by the combustion of the cables;
- b) the geometrical configuration of the cables and their relationship to an enclosure;
- c) the temperature at which it is possible to ignite the gases emitted from the cables;
- d) the quantity of combustible gas released from the cables for a given temperature rise;
- e) the volume of air passing through the cable installation;
- f) the construction of the cable, e.g. armoured or unarmoured.

All of the foregoing assume that the cables are able to be ignited when involved in an external fire.

This report gives details of a test where a number of cables are bunched together to form various test sample installations. Three sections, 3 to 5, provide details of different test categories having varying volumes of non-metallic material per metre of the test sample subjected to the test.

The method of mounting described as category A, designation F/R in section 3 is intended for special cable designs used in particular installations, e.g. power stations.

The method of mounting described as category A, designation F in section 3 is introduced so that a consistent comparison with sections 4 and 5 can be made on the effect of increased volume of non-metallic material and test duration.

ESSAIS DES CÂBLES ÉLECTRIQUES SOUMIS AU FEU

Partie 3: Essais sur des fils ou câbles en nappes

SECTION 1 : GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique décrit une méthode pour les essais d'approbation de type, afin de définir l'aptitude d'une nappe de câble à ne pas propager la flamme dans des conditions définies sans égard à leur application, par exemple câbles de puissance, de télécommunications (y compris les câbles de transmission de données et les câbles à fibres optiques), etc.

Trois catégories sont définies et distinguées par la durée de l'essai et le volume de matériau non métallique de l'échantillon en essai (voir tableau 1); elles ne sont pas nécessairement reliées aux différents niveaux de sécurité dans les installations réelles de câbles. La catégorie A comporte deux possibilités pour la méthode de montage.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent Rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent Rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 332-1: 1979, *Essais des câbles électriques soumis au feu - Partie 1: Essai effectué sur un câble vertical.*

CEI 332-2: 1989, *Essais des câbles électriques soumis au feu - Partie 2: Essai sur un petit conducteur ou câble isolé à âme en cuivre, en position verticale.*

CEI 811-1-3: 1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques - Partie 1: Méthodes d'application générale - Section 3: Méthodes de détermination de la masse volumique - Essais d'absorption d'eau - Essai de rétraction.*

SECTION 2 : PARTICULARITÉS COMMUNES AUX PROCÉDURES D'ESSAIS

2.1 Échantillon en essai et catégories

L'échantillon en essai comprend un certain nombre de tronçons de câble issus de la même longueur ayant chacun une longueur minimale de 3,5 m.

Le nombre total de tronçons de câble de 3,5 m constituant l'échantillon en essai est conforme à l'une des trois catégories suivantes:

TESTS ON ELECTRIC CABLES UNDER FIRE CONDITIONS

Part 3: Tests on bunched wires or cables

SECTION 1 : GENERAL

1.1 Scope

This Technical Report describes a method of type approval testing to define the ability of bunched cables to restrain flame propagation in defined conditions regardless of their application, i.e. power, telecommunications (including data transmission and optical fibre cables), etc.

Three categories are defined and distinguished by test duration, and the volume of non-metallic material of the sample under test (see table 1); they are not necessarily related to different safety levels in actual cable installations. Category A has two designations for the method of mounting.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this Technical Report. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this Technical Report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 332-1: 1979, *Tests on electric cables under fire conditions - Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable.*

IEC 332-2: 1989, *Tests on electric cables under fire conditions - Part 2: Test on a single small vertical insulated copper wire or cable.*

IEC 811-1-3: 1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables - Part 1: Methods for general application - Section 3: Methods for determining the density - Water absorption tests - Shrinkage test.*

SECTION 2 : GENERAL DETAILS OF TEST PROCEDURES

2.1 Test sample and categories

The test sample should comprise a number of test pieces of cable from the same length, each having a minimum length of 3,5 m.

The total number of 3,5 m test pieces in the test sample should be in accordance with one of the three categories as follow:

Catégorie A

Nombre de tronçons de câble correspondant à un volume de matériau combustible de 7 litres par mètre de nappe.

Catégorie B

Nombre de tronçons de câble correspondant à un volume de matériau combustible de 3,5 litres par mètre de nappe.

Catégorie C

Nombre de tronçons de câble correspondant à un volume de matériau combustible de 1,5 litres par mètre de nappe.

2.2 Description de l'équipement d'essai**2.2.1 Enceinte et arrivée d'air**

L'équipement d'essai (figure 1) comprend une chambre verticale ayant une largeur de $1\,000\text{ mm} \pm 100\text{ mm}$, une profondeur de $2\,000\text{ mm} \pm 100\text{ mm}$ et une hauteur de $4\,000\text{ mm} \pm 100\text{ mm}$; il convient que le plancher soit surélevé par rapport au niveau du sol. La chambre est pratiquement étanche sur ses côtés, l'air étant admis à la base de la chambre à travers une ouverture de $800\text{ mm} \pm 20\text{ mm} \times 400\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ située à $150\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ de la face avant de la chambre.

Le débit d'air est réglé à une valeur de $5\,000\text{ l/min} \pm 500\text{ l/min}$ à une température constante contrôlée de $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ et mesuré à la sortie ou à l'entrée avant le début de l'essai. Ces paramètres sont de préférence réglés pendant l'essai.

Une ouverture de $300\text{ mm} \pm 30\text{ mm} \times 1\,000\text{ mm} \pm 100\text{ mm}$ est pratiquée sur le côté arrière du plafond de la chambre. L'arrière et les côtés de la chambre d'essai sont isolés thermiquement de telle façon que le coefficient de transmission thermique soit d'environ $0,7\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Par exemple, une plaque d'acier de 1,5 mm à 2,0 mm d'épaisseur est recouverte avec 65 mm de laine minérale, avec un revêtement externe approprié donne satisfaction (voir figure 1a). La distance entre l'échelle et le mur arrière de la chambre est de $150\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ et la distance entre le plancher de la chambre et le barreau inférieur de l'échelle est de $400\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$. L'espace libre entre le point le plus bas de l'échantillon en essai et le plancher est approximativement de 100 mm (voir figure 3).

2.2.2 Type d'échelles

Il y a deux types d'échelles: une échelle standard de largeur 500 mm, et une échelle large de largeur 800 mm. Les détails des types d'échelles à utiliser et les méthodes de montage sont donnés dans les sections 3 à 5 de ce rapport (voir figures 2, 2a, 3, 3a, 3b, 3c et 3d).

2.2.3 Accessoire de lavage des fumées

Certaines prescriptions légales peuvent rendre nécessaire l'adaptation à la chambre d'essai d'un équipement pour la captation et le lavage des fumées. Cet équipement est alors conçu pour capter les fumées sortant de la chambre, mais sans modifier le débit d'air traversant la chambre d'essai.

2.3 Calcul du nombre d'éprouvettes

Pour calculer le nombre approprié d'éprouvettes, il est nécessaire de déterminer le volume par mètre de matériau non métallique d'un tronçon de câble.

Category A

The number of test pieces required to provide a nominal total volume of non-metallic material of 7 litres per metre.

Category B

The number of test pieces required to provide a nominal total volume of non-metallic material of 3,5 litres per metre.

Category C

The number of test pieces required to provide a nominal total volume of non-metallic material of 1,5 litres per metre.

2.2 Details of the test rig**2.2.1 Enclosure and air supply**

The test rig (figure 1) should comprise a vertical test chamber having a width of 1 000 mm $\pm$ 100 mm, a depth of 2 000 mm $\pm$ 100 mm and a height of 4 000 mm $\pm$ 100 mm; the floor of the chamber should be raised above ground level. The test chamber should be nominally airtight along its sides, air being admitted at the base of the test chamber through an aperture of 800 mm $\pm$ 20 mm $\times$ 400 mm $\pm$ 10 mm situated 150 mm $\pm$ 10 mm from the front wall of the test chamber.

The air flow should be adjusted to a rate of 5 000 l/min $\pm$ 500 l/min at a constant controlled temperature of (20 $\pm$ 10) °C and measured at the outlet or inlet side before the test commences. These parameters should be preferably regulated during the test.

An outlet 300 mm $\pm$ 30 mm $\times$ 1 000 mm $\pm$ 100 mm should be made at the rear edge of the top of the test chamber. The back and sides of the test chamber should be thermally insulated to give a coefficient of heat transfer of approximately 0,7 W/(m²·K). For example, a steel plate 1,5 mm to 2,0 mm thick covered with 65 mm of mineral wool with a suitable external cladding is satisfactory (see figure 1a). The distance between the ladder and the rear wall of the chamber is 150 mm $\pm$ 10 mm, and between the bottom rung of the ladder and the ground 400 mm $\pm$ 5 mm. The clearance between the lowest point of the test piece and the ground is approximately 100 mm (see figure 3).

2.2.2 Ladder types

There are two types of ladder; a standard ladder of 500 mm width and a wide ladder of 800 mm width. Details of the types of ladder and the methods of mounting to be used are provided in sections 3 to 5 of this report (see figures 2, 2a, 3, 3a, 3b, 3c and 3d).

2.2.3 Smoke cleaning attachment

Legal requirements may make it necessary for equipment for collecting and washing the smoke to be fitted to the test chamber. This equipment should be such as to collect the smoke leaving the chamber without causing a change in the air flow rate through the test chamber.

2.3 Determination of number of test pieces

In order to calculate the appropriate number of test pieces, it is necessary to determine the volume per metre of non-metallic material of one test piece.

Un échantillon de câble, dont la longueur n'est pas inférieure à 0,3 m est soigneusement coupé de telle manière que les surfaces coupées soient perpendiculaires à l'axe du câble, permettant ainsi une mesure précise de sa longueur.

Chaque matériau non métallique C_i est extrait de l'échantillon et pesé. On ne tient pas compte des matériaux entrant pour moins de 5 % dans la masse totale des matériaux non métalliques.

Lorsque les écrans semi-conducteurs ne peuvent pas être séparés des matériaux d'isolation, ils peuvent être considérés comme faisant partie de l'isolant pour la mesure de leur poids et de leur masse volumique.

La masse volumique de chaque composant non métallique, y compris les matériaux cellulaires, doit être mesurée par une méthode appropriée, par exemple selon l'article 8 de la CEI 811-1-3, afin d'obtenir des valeurs exprimées avec deux décimales. Les rubans et les constituants fibreux sont considérés comme ayant une masse volumique apparente de 1.

Le volume V_i (en litres par mètre de câble) de chaque composant non métallique C_i est calculé comme suit:

$$V_i = \frac{M_i}{\rho_i \times l}$$

où

M_i est la masse du composant C_i (kg)

ρ_i est la masse volumique du composant C_i (kg/dm³)

l est la longueur de l'échantillon de câble (m)

Le volume total, V , de matériau non métallique contenu dans un mètre de câble est égal à la somme des volumes individuels V_1 , V_2 , etc.

Le nombre entier le plus proche (0,5 et au-dessus correspondant à 1) du nombre de tronçons à monter est obtenu en divisant le volume par mètre de la catégorie spécifiée dans l'article 2.1 de cette section, par le volume total, V , de matériau non métallique par mètre de câble.

2.4 Montage des échantillons en essai

Les méthodes de montage du nombre de tronçons déterminées pour constituer l'échantillon en essai sont entièrement décrites dans les sections 3, 4 et 5.

Deux méthodes de montage (désignées F/R et F) sont applicables pour la catégorie A. Pour les catégories B et C, seule la méthode désignée F s'applique.

Pour les besoins d'identification les notations abrégées suivantes peuvent être utilisées:

Catégorie A, désignation F/R - 332-3A F/R

Catégorie A, désignation F - 332-3A F

A section of cable which should not be less than 0,3 m is carefully cut to ensure that the surfaces are at right angles to the cable axis, thus enabling precise measurements of its length.

Each non-metallic material C_i should be extracted from the test piece and weighed. Any less than 5 % of the total non-metallic weight should be discarded.

Where semi-conducting screens cannot be removed from the insulating material, the components may be considered as one for the purpose of measuring their weight and specific gravity.

The specific gravity of each non-metallic component (including cellular material) should be measured in an appropriate way, e.g. clause 8 of IEC 811-1-3, in order to obtain values expressed to the second decimal place. Tapes and fibrous components should be assumed to have an effective specific gravity of 1.

The volume V_i (litres per metre of cable) of each non-metallic material C_i is calculated as follows:

$$V_i = \frac{M_i}{\rho_i \times l}$$

where

M_i is the mass of the component C_i (kg)

ρ_i is the specific gravity of the component C_i (kg/dm³)

l is the length of the section of cable (m)

The total volume, V , of the non-metallic materials contained in one metre of cable is equal to the sum of the individual volumes V_1, V_2 , etc.

The closest integer (0,5 and above corresponding to 1) of the number of test pieces to be mounted is obtained by dividing the volume per metre of the test category specified in clause 2.1 of this section by the total volume, V , of non-metallic material per metre of cable.

2.4 Mounting of the test sample

The methods of mounting the pre-determined number of test pieces to form the test sample are fully described in sections 3, 4 and 5.

Two methods of mounting (designations F/R and F) are applicable to category A. Only designation F applies to categories B and C.

For identification purposes the following abbreviated notations may be used:

Category A, designation F/R - 332-3A F/R

Category A, designation F - 332-3A F

Catégorie B, désignation F - 332-3B F

Catégorie C, désignation F - 332-3C F

2.5 Source d'inflammation

La source d'inflammation est constituée par un ou deux brûleurs à propane plat et leur jeu complet de débitmètres, avec mélangeur venturi, dont la surface productrice de flamme consiste en une plaque métallique de 341 mm de long et 30 mm de large, percée de 242 trous de 1,32 mm de diamètre, placés en quinconce à 3,2 mm de distance, sur trois rangées de 81, 80 et 81 trous inscrits dans un rectangle de dimensions 257 mm x 4,5 mm comme indiqué sur la figure 4. Comme la surface du brûleur peut être percée sans utiliser de gabarit de perçage, la distance entre les trous peut varier légèrement. En outre, une rangée de petits trous peut être percée de chaque côté de la surface du brûleur pour servir de trous pilotes ayant pour fonction de garder la flamme allumée.

NOTE - Pour s'assurer de la reproductibilité des résultats provenant des différents laboratoires d'essai, il est recommandé d'utiliser le brûleur proposé, aisément disponible. Pour les détails, voir l'annexe A.

Chaque brûleur est muni d'un système précis de contrôle des débits de combustible et d'air. La figure 5 montre un exemple de système de contrôle. Le calibrage du rotamètre du propane est vérifié, après installation, avec un débitmètre pour s'assurer que la canalisation et le venturi n'ont pas modifié le calibrage.

Si nécessaire, on applique des facteurs de correction de température et de pression par rapport à celles spécifiées pour le rotamètre du propane.

Pour cet essai, l'air doit avoir un point de rosée au plus égal à 0 °C, et le débit doit être de 76,7 l/min $\pm$ 4,7 l/min; le débit de propane doit être de 13,3 l/min $\pm$ 0,5 l/min à 1 atmosphère et 20 °C pour obtenir une puissance calorifique nominale de $73,7 \pm 1,68 \times 10^6$ J/h ($70\,000 \pm 1\,600$ Btu/h)* à chaque brûleur.

NOTE - Le pouvoir calorifique supérieur est utilisé pour obtenir le débit de propane.

2.6 Positionnement de la source d'inflammation

Pour l'essai, le brûleur est placé horizontalement à une distance de 75 mm $\pm$ 5 mm de la face avant de la nappe de câbles et à 600 mm $\pm$ 5 mm au-dessus du plancher de la chambre d'essai. Le point d'application de la flamme se trouve au centre, entre deux barreaux de l'échelle et au moins à 500 mm $\pm$ 5 mm au-dessus de la partie inférieure de l'échantillon (voir figure 3).

Le réglage des débits d'air et de gaz avant l'essai peut être effectué hors de la position d'essai.

Lorsque deux brûleurs sont utilisés en tandem pour l'essai de catégorie A désigné F en combinaison avec l'emploi de l'échelle large - voir section 3 - ils sont positionnés comme indiqué sur la figure 4a.

* Ce qui est équivalent à 20,5 kW $\pm$ 0,5 kW.

Category B, designation F - 332-3B F

Category C, designation F - 332-3C F

2.5 Ignition source

The ignition source should be one or two ribbon-type propane gas burners and their own set of flow meters, complete with venturi mixer, and whose flame-producing surface consists of a flat metal plate 341 mm long and 30 mm wide through which 242 holes of 1,32 mm in diameter are drilled on 3,2 mm centres in three staggered rows of 81, 80 and 81 holes each to form an array having the nominal dimensions 257 mm x 4,5 mm as shown in figure 4. As the burner plate may be drilled without the use of a drilling jig, the spacing of the holes may vary slightly. Additionally, a row of small holes may be milled on each side of the burner plate to serve as pilot holes with the function of keeping the flame burning.

NOTE - To ensure reproducibility between results from different testing stations, it is recommended that the proposed burner, which is readily available, be used. For details, see annex A.

Each burner should be fitted with an accurate means of controlling the fuel and air input flow rates. Figure 5 shows an example of a control system. The calibration of the propane rotameter should be checked after installation with a flow meter to ensure that the pipe-work and the venturi have not affected the calibration.

Corrections for the variations in temperature and pressure from that specified on the propane rotameter should be applied when necessary.

For the purpose of this test, the air should have a dew-point not higher than 0 °C and the input should be 76,7 l/min $\pm$ 4,7 l/min; the propane flow rate should be 13,3 l/min $\pm$ 0,5 l/min at one atmosphere and 20 °C to provide a nominal $73,7 \pm 1,68 \times 10^6$ J/h (70 000 $\pm$ 1 600 Btu/h)* to each burner.

NOTE - The net heat of combustion is used to calculate the propane flow rate.

2.6 Positioning of Ignition source

For the test the burner should be arranged horizontally at a distance of 75 mm $\pm$ 5 mm from the front surface of the cable sample and 600 mm $\pm$ 5 mm above the floor of the test chamber. The point of application of the burner flame should lie in the centre between two cross-bars on the ladder and at least 500 mm $\pm$ 5 mm above the lower end of the sample (see figure 3).

Adjustment of air and gas flows prior to the test may be carried out away from the test position.

Where two burners are used in tandem for the test category A designation F in combination with the wide ladder - see section 3 - they should be positioned as shown in figure 4a.

* This is also equivalent to 20,5 kW $\pm$ 0,5 kW.