

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

60695-6-31

Première édition
First edition

1999-04

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Essais relatifs aux risques du feu –

Partie 6-31:

Opacité des fumées –

Méthode statique à petite échelle – Matériaux

Fire hazard testing –

Part 6-31:

Smoke obscuration –

Small-scale static test – Materials



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60695-6-31/TS:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- IEC web site*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

60695-6-31

Première édition
First edition

1999-04

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Essais relatifs aux risques du feu –

Partie 6-31:

Opacité des fumées –

Méthode statique à petite échelle – Matériaux

Fire hazard testing –

Part 6-31:

Smoke obscuration –

Small-scale static test – Materials

© IEC 1999 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Définitions.....	12
4 Epreuves.....	12
4.1 Généralités	12
4.2 Nombre d'épreuves	12
4.3 Dimensions des épreuves	12
4.4 Conditionnement des épreuves.....	12
5 Modalités d'essai.....	12
5.1 Préparation et calibrage de la chambre d'essai.....	12
5.2 Préparation des épreuves.....	14
5.3 Conditions d'essai.....	14
5.4 Détermination de l'opacité des fumées – Exécution d'un essai.....	16
5.5 Comportement anormal en cours d'essai.....	16
6 Expression des résultats	18
6.1 Densité optique spécifique	18
7 Répétabilité et reproductibilité	20
8 Spécification d'essai.....	20
Annexe A (informative) Evaluation de la répétabilité et de la reproductibilité à partir d'essais interlaboratoires	22
Annexe B (informative) Exemple de spécification d'essai – Détermination de l'opacité des fumées en atmosphère non renouvelée	28
Bibliographie.....	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Definitions	13
4 Test specimens	13
4.1 General	13
4.2 Number of test specimens	13
4.3 Size of test specimens	13
4.4 Conditioning of test specimens	13
5 Test procedure	13
5.1 Preparation and calibration of the test chamber	13
5.2 Preparation of test specimens	15
5.3 Test conditions	15
5.4 Determination of smoke opacity – running a test	17
5.5 Abnormal behaviour during a test	17
6 Expression of results	19
6.1 Specific optical density	19
7 Repeatability and reproducibility	21
8 Test report	21
Annex A (informative) Evaluation of the repeatability and the reproducibility from inter-laboratory tests	23
Annex B (informative) Example of test report: Determination of smoke opacity without air-change	29
Bibliography	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 6-31: Opacité des fumées – Méthode statique à petite échelle – Matériaux

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente spécification technique peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;

Les spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

La CEI 60695-6-31, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 89 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu.

Cette spécification technique doit être lue avec la CEI 60695-6-30 qui spécifie la méthodologie et l'appareillage.

Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité conformément au Guide 104 de la CEI.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –

**Part 6-31: Smoke obscuration –
Small-scale static test – Materials**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- The required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- The subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC 60695-6-31, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 89: Fire hazard testing.

This specification shall be used with IEC 60695-6-30 which specifies the apparatus and the methodology.

It has the status of a basic safety publication in accordance with IEC Guide 104.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
89/240/CDV	89/277/RVC

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

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-31/1999

The text of this technical specification is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
89/240/CDV	89/277/RVC

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

Annexes A and B are for information only.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-31/1999

Withdrawn

INTRODUCTION

Virtuellement tous les matériaux non métalliques, y compris ceux utilisés dans les produits de l'électrotechnique émettent de la fumée lorsqu'ils sont exposés à la chaleur. Parmi les dangers associés au feu, la fumée cause des dommages humains et matériels et entrave la lutte contre l'incendie. En conséquence, une réduction de la vitesse d'émission de fumée opaque produite par les matériaux/produits pendant un feu réduit les dommages aux équipements, facilite l'évacuation des personnes et l'intervention des services de secours.

Cette spécification technique décrit les méthodes d'essai pour la détermination de l'opacité des fumées provenant de matériaux utilisés dans les produits électrotechniques grâce à l'appareillage décrit dans la spécification technique CEI 60695-6-30.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-31:1999

INTRODUCTION

Virtually all non-metallic materials, including those used in electrotechnical products, emit smoke when exposed to heat. Among the hazards associated with fire, smoke causes human and material damage and impairs fire fighting. Consequently, a reduction in the rate of generation of opaque smoke produced by materials/products during a fire reduces damage to equipment, facilitates evacuation of people and emergency services intervention.

This technical specification describes the test methods for the determination of smoke opacity generated by materials used in electrotechnical products using the apparatus described in technical specification IEC 60695-6-30.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 60695-6-31:1999

Without watermark

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 6-31: Opacité des fumées – Méthode statique à petite échelle – Matériaux

1 Domaine d'application

La présente spécification technique est applicable à des éprouvettes de matériaux solides non métalliques plans utilisés dans des produits électrotechniques.

Cette méthode n'est pas applicable à l'essai de produits non plans comme les conducteurs isolés et les câbles, parce qu'il n'est pas possible d'obtenir une répartition homogène du flux de chaleur sur de tels produits.

Cette méthode peut ne pas être applicable à des matériaux qui fondent et qui coulent loin de l'exposition directe au flux thermique et qui ne donnent pas une émission de fumées représentative de l'état actuel des connaissances en matière de feu réel.

Cette spécification technique a pour but de déterminer, dans des conditions expérimentales définies, la densité optique des fumées produites par des matériaux exposés verticalement à un rayonnement thermique avec ou sans application de flammes pilotes dans une enceinte fermée (c'est-à-dire en atmosphère non renouvelée).

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 la présente spécification technique. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente spécification technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60695-4:1993, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 4: Terminologie relative aux essais au feu*

CEI 60695-6-30:1996, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 6: Guide et méthodes d'essai pour l'évaluation des dangers d'obscurcissement de la vision par les fumées provenant des produits électrotechniques impliqués dans des feux – Section 30: Méthode statique à petite échelle – Détermination de l'opacité des fumées – Description de l'appareillage*

CEI Guide 104:1997, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

ISO 5725 (toutes les parties), *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure*

FIRE HAZARD TESTING –

Part 6-31: Smoke obscuration – Small-scale static test – Materials

1 Scope

This technical specification is applicable to flat, solid non-metallic specimens of materials used in electrotechnical products.

This method is not applicable to the testing of non-flat products such as insulated wires and cables, as it is not possible to obtain a satisfactory distribution of heat flux with such products.

This method may not be applicable for materials which melt and flow away from the direct impingement of heat flux and do not give a smoke emission, which is representative of current knowledge from real fire situations.

The purpose of this technical specification is to determine, under certain specific experimental conditions, the optical density of smoke produced by materials exposed vertically to a radiant heat source with or without the application of a pilot flame in a closed chamber (i.e. without air-change).

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical specification. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this technical specification are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60695-4:1993, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests*

IEC 60695-6-30:1996, *Fire hazard testing – Part 6: Guidance and test methods on the assessment of obscuration hazard of vision caused by smoke opacity from electrotechnical products involved in fires – Section 30: Small-scale static method – Determination of smoke opacity – Description of the apparatus*

IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO 5725 (all parts), *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente spécification technique, les définitions de la CEI 60695-4 s'appliquent.

4 Epreuves

4.1 Généralités

Cette méthode est sensible aux faibles variations de géométrie, d'orientation de surface, d'épaisseur, de masse, de composition et de méthode de préparation; les résultats obtenus par cette méthode sont ainsi dépendants des paramètres ci-dessus.

4.2 Nombre d'épreuves

Pour chaque essai sur un matériau donné, au moins trois épreuves doivent être soumises à l'essai dans les mêmes conditions.

Dans certaines circonstances, il peut être nécessaire d'essayer trois épreuves en plus (voir 5.5).

4.3 Dimensions des épreuves

Cette méthode est applicable seulement aux matériaux solides quasiment plans.

Les épreuves doivent être des plaques carrées de côté $76^{+0,2}_{-0,6}$ mm. L'épaisseur doit être au maximum de 25,4 mm et, dans la mesure du possible, doit être celle de l'application finale du matériau.

Pour des essais de comparaison, des matériaux de même épaisseur doivent être utilisés, parce qu'il n'existe pas de corrélation connue entre la densité optique spécifique et l'épaisseur.

4.4 Conditionnement des épreuves

Avant l'essai, les épreuves sont préconditionnées dans une étuve à $60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ pendant une durée minimale de 24 h, puis conditionnées pendant au moins 24 h à $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et à une humidité relative de $50\% \pm 10\%$. Les épreuves doivent être mises en essai dans les 30 min qui suivent leur conditionnement.

5 Modalités d'essai

5.1 Préparation et calibrage de la chambre d'essai

La préparation et le calibrage de la chambre d'essai doivent être réalisés selon l'article 6 de la CEI 60695-6-30.

3 Definitions

For the purpose of this technical specification, definitions from IEC 60695-4 apply.

4 Test specimens

4.1 General

This method is sensitive to small variations in geometry, surface orientation, thickness, mass, composition and method of preparation; results obtained by this method are therefore dependant on the above parameters.

4.2 Number of test specimens

For each test on a given material, at least three test specimens shall be tested under the same conditions.

Under certain circumstances, it may be necessary to test three additional test specimens (see 5.5).

4.3 Size of test specimens

This method is applicable only to essentially flat solid materials.

The test specimens shall be square with sides $76^{+0.2}_{-0.6}$ mm. The thickness shall be a maximum of 25,4 mm and, when practicable, shall be that of the end-use application of the material.

For comparative testing, materials shall be tested at the same thickness as there is no known correlation between the specific optical density and thickness.

4.4 Conditioning of test specimens

Before the test, the test specimens shall be preconditioned in an oven at $60\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ for at least 24 h and then conditioned for at least 24 h at $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ and at a relative humidity of $50\% \pm 10\%$. The test specimen shall be tested within 30 min of being conditioned.

5 Test procedure

5.1 Preparation and calibration of the test chamber

Preparation and calibration of the test chamber shall be carried out as described in clause 6 of IEC 60695-6-30.

5.2 Préparation des éprouvettes

Chaque éprouvette doit être enveloppée dans une seule épaisseur de feuille d'aluminium (épaisseur environ 0,04 mm), côté brillant à l'extérieur, en prenant soin d'éviter tous plis et perforations inutiles.

L'éprouvette est ensuite montée dans le porte-éprouvette en s'assurant qu'elle est maintenue contre la fenêtre avant par l'intermédiaire d'une plaque, d'une tige et d'un ressort, à l'arrière de l'éprouvette.

Il convient de couper la feuille d'aluminium en excès sur les bords latéraux et supérieurs après le montage. L'excès d'aluminium sur le bord inférieur doit être plié de manière à minimiser les pertes éventuelles de matières fondues en bas du support.

5.3 Conditions d'essai

L'éprouvette est exposée au flux rayonné émis par le four. Le flux rayonné moyen au niveau de la surface de l'éprouvette doit être égal à $25 \text{ kW/m}^2 \pm 0,5 \text{ kW/m}^2$.

Dans l'essai avec flammes pilotes, en plus du flux rayonné, l'éprouvette est exposée à l'action d'une rampe multi-flammes, alimentée par un mélange d'air et de propane (air: 0,5 l/min; propane: 0,05 l/min).

La chambre d'essai doit être disposée dans une pièce ou un espace clos dont la température ambiante est de $23 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ et l'humidité relative voisine de 50 % au moment de l'essai. Des précautions doivent être prises pour disposer de moyens pour évacuer les gaz potentiellement dangereux de la zone d'essai.

Des précautions doivent être prises pendant l'utilisation de l'appareillage pour éviter l'explosion des pyrolysats, particulièrement dans l'essai sans flammes pilotes, et l'exposition de l'opérateur aux fumées, particulièrement lors du retrait de l'éprouvette de la chambre ou lors du nettoyage.

Les murs de la chambre doivent être nettoyés chaque fois qu'une inspection visuelle en fait ressentir le besoin. Avant chaque essai, les faces exposées des fenêtres en verre qui séparent le photodétecteur et la source lumineuse de l'intérieur de la chambre doivent être nettoyées (l'alcool éthylique est généralement satisfaisant). Il convient de retirer entre chaque essai les résidus charbonneux déposés sur le porte-éprouvette pour éviter toute contamination.

Pendant la période de préchauffage, il convient que tous les systèmes électriques (four, source lumineuse, photomètre, etc.) soient alimentés, l'évent d'évacuation et la porte de la chambre fermés, et l'évent d'admission ouvert. Quand la température au centre de la paroi opposée à la porte se stabilise autour de $33 \text{ °C} \pm 4 \text{ °C}$, la chambre est prête pour le calibrage du four ou la réalisation d'un essai.

Il convient que le porte-éprouvette écran soit toujours placé en face du four sauf lorsqu'il est déplacé sur le côté par le porte-éprouvette pendant un essai ou par le radiomètre pendant le calibrage. Il convient de le repositionner immédiatement après la fin de l'essai ou du calibrage pour éviter un échauffement excessif de la paroi adjacente.

Le calibrage est réalisé d'après la procédure décrite dans l'article 6 de CEI 60695-6-30.

Pour l'essai sans flammes pilotes, retirer le brûleur multi-flammes; pour l'essai avec flammes pilotes, placer le brûleur à hauteur du bord inférieur de l'éprouvette, comme décrit en 5.4 de la CEI 60695-6-30.

5.2 Preparation of test specimens

Each test specimen shall be wrapped in a single layer of aluminium foil (about 0,04 mm thick), with the bright face outside, taking care to avoid unnecessary wrinkles or perforations.

It is then mounted in the test specimen holder ensuring that it is retained close against the front window by a backing board, rod and a spring arrangement behind the test specimen.

Excess aluminium foil along the side and top edges should be trimmed off after mounting. The excess foil on the bottom edge shall be folded in such a way as to minimize losses of any melted material at the bottom of the holder.

5.3 Test conditions

The test specimen is exposed to the radiant heat flux emitted by the furnace. The average heat flux at the surface of the test specimen shall be $25 \text{ kW/m}^2 \pm 0,5 \text{ kW/m}^2$.

In the test with the pilot flame, in addition to the radiant heat flux, the test specimen is exposed to a multi-flame burner fed with a mixture of air and propane (air: 0,5 l/min; propane: 0,05 l/min).

The test chamber shall be located in a room or enclosed space having an ambient temperature of $23 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ and relative humidity of approximately 50 % at the time of test. Precautions shall be taken to provide a means for removing potentially hazardous gases from the area of operation.

Caution shall be exercised during use of the apparatus to prevent explosion of pyrolyzates, particularly under conditions without application of pilot flames, and exposure of the operator to smoke, particularly during removal of the sample from the chamber or during clean-up.

The chamber walls shall be cleaned whenever periodic visual inspection indicates the need. Before each test, the exposed surfaces of the glass windows separating the photo detector and light source housing from the interior of the chamber shall be cleaned (ethyl alcohol is generally effective). Charred residues on the test specimen holder should be removed between tests to avoid contamination.

During the warm-up period all electric systems (furnace, light source, photometer, etc.) should be on, the exhaust vent and chamber door closed, and the inlet vent open. When the temperature on the centre surface of the back wall reaches a steady-state value in the range of $33 \text{ °C} \pm 4 \text{ °C}$, the chamber is ready for furnace calibrating or testing.

The blank specimen holder should always be directly in front of the furnace, except when displaced to the side by the test specimen holder during a test, or the radiometer during calibration. It should be returned immediately to this position when testing or calibration is completed to prevent excessive heating of the adjacent wall surface.

The calibration is performed according to the procedure described in clause 6 of IEC 60695-6-30.

For exposures without application of pilot flames, remove the multi-flame burner; for exposures with application of pilot flames, position the burner across the lower edge of the test specimen as described in clause 5.4 of IEC 60695-6-30.

Avant d'installer l'éprouvette, aérer la chambre avec la porte et les événements d'évacuation et d'admission ouverts pendant environ 2 min et vérifier la température initiale de la chambre.

5.4 Détermination de l'opacité des fumées – Exécution d'un essai

Fermer l'événement d'évacuation; fermer l'extracteur et positionner le porte-éprouvette contenant l'éprouvette sur les tiges de maintien, à côté du porte-éprouvette-écran.

Glisser le porte-éprouvette le long des tiges de maintien en déplaçant le porte-éprouvette-écran, de manière à ce que l'éprouvette soit positionnée au centre, en face du four.

Fermer la porte et déclencher l'enregistrement et le chronomètre. Lorsque l'enregistrement montre une réduction de la transmittance à partir de 100 %, fermer l'événement d'admission.

Pendant toute la durée de l'essai, relever et, si cela est approprié, ajuster les points suivants:

- La tension ou la température du four, pour maintenir le flux radiatif spécifique.
- Le signal du potentiomètre, pour que les valeurs soient comprises entre 10 % et 100 % de la valeur de l'échelle. Si la transmittance tombe en dessous de 0,01 %, le filtre neutre de densité optique doit être retiré et l'échelle de sensibilité multipliée par 10. Pour éviter toute perturbation des résultats par la lumière ambiante, la porte de la chambre d'essai doit être occultée pour des échelles de sensibilité inférieures à 0,01 %.
- La pression interne de la chambre d'essai, indiquée par le manomètre. Si la pression dépasse 150 mm d'eau (ce qui peut intervenir pendant ou après une combustion rapide), ouvrir brièvement l'événement d'évacuation, et, si la pression tombe en dessous de 0 mm d'eau, ouvrir brièvement l'événement d'admission.
- Les débits d'air et de propane des flammes pilotes (si elles sont utilisées).
- Le comportement de l'éprouvette.

La fin de l'essai intervient soit 3 min après que la valeur minimale de la transmittance a été atteinte, soit après 20 min, la durée la plus courte sera applicable.

NOTE – L'essai peut éventuellement être poursuivi au-delà de 20 min, si cela est requis, mais il convient de l'indiquer dans la spécification d'essai.

A la fin de l'essai, glisser le porte-éprouvette en dehors de l'ouverture du four, éteindre le brûleur (s'il a été utilisé), repositionner le porte-éprouvette-écran, actionner le ventilateur d'extraction et ouvrir les événements d'admission et d'évacuation.

Maintenir l'extraction de la fumée jusqu'à l'obtention d'une transmittance maximale (T_c).

5.5 Comportement anormal en cours d'essai

Pendant les essais, des éprouvettes peuvent présenter un comportement anormal, qui peut entraîner l'invalidité des résultats d'essai.

Les comportements suivants sont considérés comme anormaux:

- chute de l'éprouvette de son support, ou tout autre déplacement de l'éprouvette en dehors de la zone de rayonnement étalonné;
- auto-allumage de l'éprouvette au cours de l'essai sans flammes pilotes;
- écoulement de matière fondue du porte-éprouvette;
- extinction de n'importe quelle flamme pilote pendant l'essai avec flammes pilotes (même brève).

Before positioning the test specimen, flush the chamber with the door and exhaust and inlet vents open for about 2 min, and verify the starting temperature of the chamber.

5.4 Determination of smoke opacity – running a test

Stop the exhaust extractor, close the exhaust vent and place the specimen holder containing the test specimen on the retaining rods, adjacent to the blank specimen holder.

Slide the specimen holder along the retaining rods, displacing the blank specimen holder, such that the test specimen is positioned centrally in front of the furnace.

Close the door, and start the data recorder and stopwatch. When the data recorder shows a reduction in transmittance from 100 %, close the inlet vent.

Throughout the test monitor, and, where appropriate, adjust the following:

- The voltage or temperature of the furnace, to maintain the specified heat flux.
- The reading on the potentiometer scale, and adjust the range setting so that readings are always between 10 % and 100 %. If the transmittance falls below 0,01 %, the neutral density filter shall be removed and the range setting adjusted to 10 times greater. To avoid spurious results from ambient light, the chamber door shall be blacked out at range settings below 0,01 %.
- The internal pressure in the chamber, as indicated by the manometer. If the pressure exceeds 150 mm of water (which may occur during or after rapid burning) briefly open the exhaust vent, and, if the pressure falls below 0 mm of water, briefly open the inlet vent.
- The flow-rates of air and propane to the pilot burner (if used).
- The behaviour of the test specimen.

The end of the test is reached either 3 min after minimum transmittance has occurred, or after 20 min, whichever is sooner.

NOTE – Tests may be continued for longer than 20 min if required, but this shall be noted on the test report.

At the end of test, slide the sample holder away from the front of the furnace, extinguish the pilot flames (if used), replace the blank holder in position, turn on the exhaust fan and open the exhaust and inlet vents.

Continue evacuating the smoke until a maximum value of transmittance (T_c) is recorded.

5.5 Abnormal behaviour during a test

Some test specimens can exhibit abnormal behaviour during testing, which may result in the test results being invalid.

The following types of behaviour are regarded as abnormal:

- collapse of the test specimen from the sample holder, or other movement of the test specimen out of the calibrated radiation zone;
- self-ignition of the test specimen during a test without application of pilot flames;
- flow of melted material from the sample holder;
- extinction of any of the pilot flames (even for a short time) during a test with application of pilot flames.

Si une ou plusieurs éprouvettes présentent un comportement anormal pendant l'essai, une série de trois éprouvettes neuves doit être soumise à l'essai et les résultats calculés sur les essais réalisés sans comportement anormal, dans la mesure où au moins trois essais sans comportement anormal ont été obtenus.

Si plus de trois éprouvettes sur les six soumises à l'essai présentent des comportements anormaux, les résultats obtenus ne sont pas recevables et il doit être indiqué dans le spécification d'essai que la méthode d'essai n'est pas applicable à cette éprouvette.

6 Expression des résultats

6.1 Densité optique spécifique

Dans cette spécification technique D_s représente la densité optique spécifique (nombre sans dimension), calculée de la façon suivante:

$$D_s = G [\log_{10}(100/T) + F]$$

où

G est une constante dérivée de la géométrie de l'appareillage d'essai comme suit:

$$G = V/AL$$

avec

V = volume de la chambre (0,51 m³)

A = surface exposée de l'éprouvette (0,004225 m²)

L = longueur du faisceau lumineux traversant la fumée (0,914 m)

pour cet appareillage $G = 132$;

T est la transmission lumineuse (%);

F est un facteur qui dépend de la densité optique du filtre neutre amovible et qui prend les valeurs suivantes:

- si le filtre amovible est placé dans le faisceau lumineux au moment où T est mesurée, $F = 0$;
- si le filtre amovible est retiré du faisceau lumineux au moment où T est mesurée, F est calculé comme dans l'annexe C.1.3.3 de la CEI 60695-6-30;
- si le système optique n'est pas équipé d'un filtre amovible, $F = 0$.

Un tableau des valeurs de D_s en fonction de T est donné dans l'annexe A de la CEI 60695-6-30.

NOTE – L'utilisation du terme «spécifique» dans la densité optique spécifique ne signifie pas une densité optique par masse (ou perte de masse), mais signifie une densité optique spécifique de la géométrie de l'appareillage. D'autres méthodes d'essai, par exemple l'ISO 5660, utilisent le terme de surface d'extinction spécifique, qui est une surface d'extinction par perte de masse.

En se basant sur les calculs de D_s ci-dessus, les paramètres suivants peuvent être déterminés:

D_m : la valeur maximale de la densité optique spécifique;

t_m : le temps, en minutes, pour atteindre D_m ;

t_{16} : le temps pour atteindre $D_s = 16$ ($T = 75$ %);

D_c : la densité optique spécifique correspondant à la valeur maximale de T enregistrée (T_c) après évacuation de la fumée de la chambre d'essai – une mesure de la déposition sur les fenêtres du système optique;

$D_m(\text{corr})$: la densité optique maximale, corrigée des dépôts de fumées sur les fenêtres du système optique, calculée de la façon suivante:

$$D_m(\text{corr}) = D_m - D_c$$

If one or more of the test specimens exhibit abnormal behaviour during the test, a series of three new test specimens shall be tested, and results calculated based on all tests completed without abnormal behaviour, providing that there were at least three such tests.

If more than three out of the six test specimens exhibited abnormal behaviour, then the results obtained are not valid, and it shall be reported that this test method is not suitable for this test specimen.

6 Expression of results

6.1 Specific optical density

For the purpose of this technical specification, D_s represents the specific optical density (a dimensionless number), calculated as follows:

$$D_s = G [\log_{10} (100/T) + F]$$

where

G is a constant derived from the geometry of the test equipment as follows:

$$G = V/AL$$

with

V = volume of the chamber (0,51 m³)

A = exposed area of the test specimen (0,004225 m²)

L = length of the light path through the smoke (0,914 m)

for this apparatus $G = 132$;

T is the light transmittance (%);

F is a factor based on the actual optical density of the moveable neutral density filter, as follows:

- if the neutral density filter is in the light path at the time T is measured, $F = 0$;
- if the filter is moved out of the light path at the time T is measured, F is as calculated in C.1.3.3 of IEC 60695-6-30;
- if the optical system is not equipped with a moveable filter, $F = 0$.

A table of values of D_s as a function of T is given in annex A of IEC 60695-6-30.

NOTE – The use of the word "specific" in specific optical density does not mean optical density per mass (or mass loss), but means optical density specific to the geometry of this apparatus. Other test methods, for example ISO 5660, use the term specific extinction area, which is extinction area per mass loss.

Based on the above calculation of D_s , the following parameters can be determined:

- D_m : the maximum value of specific optical density;
- t_m : the time, in minutes, to reach D_m ;
- t_{16} : the time to reach $D_s = 16$ ($T = 75$ %);
- D_c : the specific optical density corresponding to the maximum value of T recorded (T_c) after smoke has been exhausted from the chamber – a measure of the deposits on the windows of the optical system;
- $D_m(\text{corr})$: the maximum optical density, corrected for deposition of smoke on the windows of the optical system, calculates as follows:

$$D_m(\text{corr}) = D_m - D_c$$

VOF4 est un indice de fumée obtenu d'après les mesures de densité optique spécifique après 1 min, 2 min, 3 min et 4 minutes. Il est calculé de la façon suivante:

$$\text{VOF4} = D_1 + D_2 + D_3 + D_4/2$$

où

D_1 , D_2 , D_3 et D_4 sont les densités optiques spécifiques, relevées respectivement après 1 min, 2 min, 3 min et 4 min d'essai.

NOTE – VOF4 est un indice de fumée requis par certaines spécifications nationales.

Pour chaque série d'essais, les résultats s'expriment par la moyenne arithmétique de tous les essais valides. Pour chaque paramètre calculé, si la valeur maximale est supérieure à 1,5 fois la valeur minimale, il convient de réaliser les essais sur trois éprouvettes supplémentaires et la moyenne arithmétique des valeurs obtenues recalculée pour tous les essais.

7 Répétabilité et reproductibilité

Des données de répétabilité et de reproductibilité ont été produites au cours des développements de la norme française NF C 20-902/1 et de la norme britannique BS 6401.

Un résumé des résultats est donné dans l'annexe A.

8 Spécification d'essai

Pour chaque série d'essais, la spécification d'essai doit comprendre:

- une description complète de l'éprouvette, incluant le type de matériau ou sa référence, les paramètres pertinents de mise en oeuvre, les méthodes de préparation, l'épaisseur et la masse des éprouvettes;
- le nombre d'essais valides réalisés;
- les conditions de l'essai, incluant les valeurs de calibrage, la durée de l'essai, le mode d'exposition (avec ou sans flammes pilotes);
- les valeurs moyennes de D_m , t_m , D_c , $D_m(\text{corr})$, et les écarts maximaux constatés entre les valeurs minimale et maximale;
- le facteur de correction du filtre neutre de densité optique (s'il a été retiré);
- les observations sur le comportement de l'éprouvette soumise à l'essai et sur la validité de l'essai.

En option, les données suivantes peuvent être également relevées:

- la courbe D_s en fonction du temps;
- D_s à différents temps d'essai;
- la perte de masse;
- VOF4.

Un modèle de spécification d'essai est donné dans l'annexe B.

VOF4 is a smoke index obtained from specific optical density measurements at 1 min, 2 min, 3 min and 4 min. It is calculated as follows:

$$\text{VOF4} = D_1 + D_2 + D_3 + D_4/2$$

where

D_1 , D_2 , D_3 and D_4 are the specific optical densities, after 1 min, 2 min, 3 min and 4 min, respectively.

NOTE – VOF4 is a smoke index required by some national specifications.

For each series of tests, the results reported are expressed as the arithmetic mean of all valid tests. For each parameter calculated, if the maximum value is more than 1,5 times greater than the minimum value, the tests should be carried out with a further three test specimens, and the means calculated based on all tests.

7 Repeatability and reproducibility

Repeatability and reproducibility data have been generated during the development of French Standard NF C 20-902/1, and BS 6401.

A summary of the results is given in annex A.

8 Test report

For each series of tests, the test report shall include:

- a thorough description of the test specimen, including material type or reference, relevant processing parameters, methods of preparation, thickness and mass of the test specimens;
- the number of valid tests completed;
- test conditions, including calibration values, test duration, exposure mode (with or without pilot flames);
- the average values of D_m , t_m , D_c , $D_m(\text{corr})$, and the maximum variations between the minimum and maximum values;
- the correction factor of the neutral density filter (if removed);
- observations on the behaviour of the test specimen under test, and the validity of the test.

Optionally, the following may also be recorded:

- the D_s time curve;
- D_s at various test times;
- mass loss;
- VOF4.

One format of a test report is given in annex B.

Annexe A (informative)

Evaluation de la répétabilité et de la reproductibilité à partir d'essais interlaboratoires

A.1 Essais interlaboratoires de la norme française NF C 20-902/1:

Quatre matériaux utilisés dans le domaine électrotechnique, dont trois utilisés dans les câbles électriques ont été évalués dans 14 chambres à fumée NBS, selon les modalités décrites dans la norme française NF C 20-902/1.

Les résultats de ces essais relatifs à la détermination de D_m et de VOF4 sont résumés dans les deux tableaux suivants.

Tableau A.1 – Mesure de D_m

Conditions d'essais	Paramètres *	Matériaux étudiés			
		Silicone	Polyéthylène chlorosulfoné	Ethylène d'acétate de vinyle	Polyamide 6,6
Sans flammes pilotes	m	278	234	314	70
	r	43	113	42	11
	S_r	15	40	17	4
	R	67	287	81	41
	S_R	24	102	29	15
Avec flammes pilotes	m	211	624	259	84
	r	158	98	115	44
	S_r	56	85	41	16
	R	206	131	204	60
	S_R	74	68	73	21
* m = densité optique spécifique moyenne (D_m) r = répétabilité S_r = écart-type de répétabilité R = reproductibilité S_R = écart-type de reproductibilité					

Annex A (informative)

Evaluation of the repeatability and the reproducibility from inter-laboratory tests

A.1 Inter-laboratory tests from the French standard NF C 20-902/1

Four materials used for electrotechnical products, including three used in electric cables, were evaluated using 14 NBS smoke chambers, in accordance with the procedure described in the French standard NF C 20-902/1.

The results of these tests related to the determination of D_m and VOF4 are summarized in the following two tables.

Table A.1 – Measurement of D_m

Mode of test	Parameter *	Materials studied			
		Silicone	Chloro-sulphonated polyethylene	Ethylene vinyl acetate	Polyamide 6,6
Without pilot flames	m	278	234	314	70
	r	43	113	42	11
	S_r	15	40	17	4
	R	67	287	81	41
	S_R	24	102	29	15
With pilot flames	m	211	624	259	84
	r	158	98	115	44
	S_r	56	85	41	16
	R	206	131	204	60
	S_R	74	68	73	21
* m = average specific optical density (D_m) r = repeatability S_r = standard deviation of repeatability R = reproducibility S_R = standard deviation of reproducibility					

Tableau A.2 – Mesure de VOF4

Conditions d'essais	Paramètres *	Matériaux étudiés			
		Silicone	Polyéthylène chlorosulfoné	Ethylène d'acétate de vinyle	Polyamide 6,6
Sans flammes pilotes	m	99	12	255	20
	r	33	12	84	7
	S_r	12	4	30	2
	R	69	20	164	20
	S_R	25	7	59	7
Avec flammes pilotes	m	163	636	185	32
	r	116	209	167	33
	S_r	41	75	60	12
	R	234	577	109	62
	S_R	84	206	71	22
* m = VOF4 moyen r = répétabilité S_r = écart-type de répétabilité R = reproductibilité S_R = écart-type de reproductibilité					

A.2 Essais interlaboratoires de la norme britannique BS 6401

Onze matériaux utilisés dans des applications du bâtiment ont été évalués dans sept chambres à fumée NBS, selon la procédure décrite dans la norme britannique BS 6401.

Les résultats de ces essais relatifs à la détermination de D_m , avec et sans flammes pilotes, sont résumés dans les deux tableaux suivants.

Table A.2 – Measurement of VOF4

Mode of test	Parameter *	Materials studied			
		Silicone	Chloro-sulphonated polyethylene	Ethylene vinyl acetate	Polyamide 6,6
Without pilot flames	m	99	12	255	20
	r	33	12	84	7
	S_r	12	4	30	2
	R	69	20	164	20
	S_R	25	7	59	7
With pilot flames	m	163	636	185	32
	r	116	209	167	33
	S_r	41	75	60	12
	R	234	577	109	62
	S_R	84	206	71	22
* m = average VOF4 r = repeatability S_r = standard deviation of repeatability R = reproducibility S_R = standard deviation of reproducibility					

A.2 Inter-laboratory tests from the British standard BS 6401

Eleven materials used for building applications were evaluated using seven NBS smoke chambers, according to the procedure described in the British standard BS 6401.

The results of these tests, related to the determination of D_m with and without the application of pilot flames, are summarized in the following two tables.

Tableau A.3 – Coefficients de variation et précisions relatives de la densité optique spécifique maximale (D_m) pour l'essai avec application de flammes pilotes

Matériau	Coefficient de variation %		Précision relative %	
	Même laboratoire	Interlaboratoires	Répétabilité	Reproductibilité
Moquette	29,8	0,0	41,4	41,4
Panneau aggloméré	15,2	8,7	21,1	32,0
Panneau de fibre	26,0	32,1	36,0	95,9
Polyester renforcé fibre de verre (PRV)	14,0	8,6	19,4	30,7
Carton comprimé	33,4	17,5	46,2	67,0
Panneau de plâtre	12,8	22,3	17,7	64,2
Mousse polyisocyanurate	10,6	10,1	14,7	31,5
Mousse polystyrène	47,5	33,3	65,9	113,4
Mousse polyuréthane	8,1	0,2	11,2	11,3
Polychlorure de vinyle rigide (PVC)	14,1	0,0	19,6	19,6
Plastique acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS)	5,6	3,6	7,8	12,7

Tableau A.4 – Coefficients de variation et précisions relatives de la densité optique spécifique maximale (D_m) pour l'essai sans application de flammes pilotes

Matériau	Coefficient de variation %		Précision relative %	
	Même laboratoire	Interlaboratoires	Répétabilité	Reproductibilité
Moquette	17,1	4,9	23,6	27,3
Panneau aggloméré	17,9	12,8	24,8	43,4
Panneau de fibre	24,3	11,7	33,6	46,8
Polyester renforcé fibre de verre (PRV)	12,8	9,3	17,4	31,0
Carton comprimé	9,4	5,9	13,0	20,8
Panneau de plâtre	6,4	5,6	8,8	17,8
Mousse polyisocyanurate	15,1	0,0	20,9	20,9
Mousse polystyrène	31,3	29,0	43,4	91,4
Mousse polyuréthane	8,9	17,2	12,4	49,3
Polychlorure de vinyle rigide (PVC)	7,7	10,7	10,7	31,6
Plastique acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS)	4,6	0,0	6,4	6,4