

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

TS 60695-9-2

Deuxième édition
Second edition
2005-07

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Essais relatifs aux risques du feu –

Partie 9-2:

Propagation des flammes en surface – Résumé et pertinence des méthodes d'essai

Fire hazard testing –

Part 9-2:

Surface spread of flame – Summary and relevance of test methods



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TS 60695-9-2:2005

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

TS 60695-9-2

Deuxième édition
Second edition
2005-07

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Essais relatifs aux risques du feu –

Partie 9-2: Propagation des flammes en surface – Résumé et pertinence des méthodes d'essai

Fire hazard testing –

Part 9-2: Surface spread of flame – Summary and relevance of test methods

© IEC 2005 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, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



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

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION.....	8
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Résumés des méthodes d'essai publiées	18
4.1 Essais de combustion à petite échelle et à échelle intermédiaire.....	18
4.2 Essais de combustion à grande échelle.....	30
Annexe A (informative) Données sur la répétabilité et la reproductibilité – ISO 5658-2	42
Annexe B (informative) Données sur la répétabilité et la reproductibilité – ISO 5658-4	44
Annexe C (informative) Données sur la répétabilité et la reproductibilité – NFPA 262	46
Bibliographie	48
Tableau 1 – Résumé et comparaison des méthodes d'essai sur échelles verticales de la CEI 60332 [10]	34
Tableau 2 – Résumé et comparaison des méthodes d'essai non-CEI sur échelles verticales	36
Tableau A.1 – Résultats d'essai interlaboratoire selon ISO 5658-2.....	42
Tableau B.1 – Données sur la répétabilité et la reproductibilité – ISO 5658-4	44
Tableau C.1 – Données sur la répétabilité et la reproductibilité – NFPA 262.....	46

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions	13
4 Summary of published test methods.....	19
4.1 Small-scale and intermediate-scale burning tests	19
4.2 Large-scale burning tests.....	31
Annex A (informative) Repeatability and reproducibility data – ISO 5658-2	43
Annex B (informative) Repeatability and reproducibility data – ISO 5658-4	45
Annex C (informative) Repeatability and reproducibility data – NFPA 262	47
Bibliography	49
Table 1 – Summary and comparison of IEC 60332 vertical ladder test methods [10]	35
Table 2 – Summary and comparison of non-IEC vertical ladder test methods	37
Table A.1 – Interlaboratory test data for ISO 5658-2	43
Table B.1 – Reproducibility and repeatability data for ISO 5658-4	45
Table C.1 – Repeatability and reproducibility data for NFPA 262	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 9-2: Propagation des flammes en surface – Résumé et pertinence des méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –

**Part 9-2: Surface spread of flame –
Summary and relevance of test methods**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. 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.

La CEI 60695-9-2, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 89 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 2001 et constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont indiquées ci-dessous:

- introduction et références normatives révisées;
- une liste détaillée des termes et des définitions a été ajoutée;
- trois méthodes d'essai supplémentaires ont été ajoutées;
- des données de répétabilité et de reproductibilité ont été ajoutées pour trois méthodes d'essai (voir Annexes A, B et C).

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

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
89/651/DTS	89/670A/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Il convient que la présente spécification technique soit utilisée conjointement avec la CEI 60695-9-1.

La série CEI 60695-9, sous le titre général *Essais relatifs aux risques du feu*, comprend les parties suivantes.

Partie 9-1: Propagation des flammes en surface – Lignes directrices générales

Partie 9-2: Propagation des flammes en surface – Résumé et pertinence des méthodes d'essai

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IEC 60695-9-2, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 89: Fire hazard testing.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2001 and constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below:

- revised introduction and normative references;
- comprehensive list of terms and definitions has been added;
- three additional test methods have been added;
- repeatability and reproducibility data has been added for three test methods (see Annexes A, B and C)

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

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

Enquiry draft	Report on voting
89/651/DTS	89/670A/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This technical specification should be read in conjunction with IEC 60695-9-1.

The IEC 60695-9 series, under the general title *Fire hazard testing*, consists of the following parts:

Part 9-1: Surface spread of flame – General guidance

Part 9-2: Surface spread of flame – Summary and relevance of test methods

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- transformed into an International standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Il est nécessaire que le risque d'incendie soit envisagé pour tout circuit électrique. L'objectif lors de la conception des composants, des circuits et des équipements, ainsi que lors du choix des matériaux est de réduire la probabilité d'incendie même dans le cas d'une utilisation anormale prévisible, d'un mauvais fonctionnement ou d'une défaillance.

Les produits électrotechniques, initialement victimes de l'incendie, peuvent néanmoins contribuer à l'incendie. Le risque du feu augmente avec l'augmentation de la zone d'allumage, conduisant dans certains cas à un embrasement éclair et à un feu développé. Cela constitue un scénario typique des incendies d'immeuble. C'est la raison pour laquelle il est utile de mesurer la vitesse et la propagation du front de flammes en surface.

Cette spécification technique décrit les méthodes d'essai de la propagation des flammes en surface d'utilisation courante pour évaluer les produits électrotechniques ou les matériaux utilisés dans ces produits. Elle fait partie de la série CEI 60695-9, qui donne des indications aux comités de produits désirant incorporer dans leurs normes des méthodes d'essais sur la propagation des flammes en surface.

INTRODUCTION

The risk of fire needs to be considered in any electrical circuit. The objective of component, circuit and equipment design, as well as the choice of materials, is to reduce the likelihood of fire, even in the event of foreseeable abnormal use, malfunction or failure.

Electrotechnical products, primarily as victims of fire, may nevertheless contribute to the fire. Fire hazard increases as the burning area increases, leading in some cases to flash-over and a fully developed fire. This is a typical fire scenario in buildings. It is therefore useful to measure the rate and extent of the surface spread of flame.

This technical specification describes surface spread of flame test methods in common use to assess electrotechnical products or materials used in electrotechnical products. It forms part of the IEC 60695-9 series which gives guidance to product committees wishing to incorporate test methods for surface spread of flame in product standards.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 60695-9-2:2005

Without watermark

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 9-2: Propagation des flammes en surface – Résumé et pertinence des méthodes d'essai

1 Domaine d'application

Cette spécification technique donne un résumé des méthodes d'essai qui sont utilisées pour déterminer la propagation des flammes en surface provenant des produits électrotechniques ou des matériaux à partir desquels ils sont fabriqués.

Elle représente l'état de l'art de ces méthodes d'essai et, lorsque cela est applicable, elle inclut des observations spéciales concernant leur pertinence et leur utilisation.

Pour l'établissement de ses publications, il est de la responsabilité d'un comité d'études d'utiliser, à chaque fois qu'elles sont applicables, les publications fondamentales de sécurité.

2 Références normatives

Les documents référencés ci-après sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60332-3 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles en nappes en position verticale*

CEI 60695-4:2005, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 4: Terminologie relative aux essais au feu*

CEI 60695-9-1, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 9-1: Propagation des flammes en surface – Lignes directrices générales*

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

Guide ISO/IEC 51, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

ISO/CEI 13943:2000, *Sécurité au feu – Vocabulaire*

ISO 5658-2, *Essais de réaction au feu – Propagation du feu – Partie 2: Propagation latérale sur les produits de bâtiment en position verticale*

ISO 5658-4, *Essais de réaction au feu – Propagation du feu – Partie 4: Essai à échelle intermédiaire de la propagation de la flamme avec éprouvette orientée verticalement* (disponible en anglais seulement)

FIRE HAZARD TESTING –

Part 9-2: Surface spread of flame – Summary and relevance of test methods

1 Scope

This technical specification provides a summary of test methods that are used to determine the surface spread of flame of electrotechnical products or materials from which they are formed.

It represents the current state of the art of the test methods and, where available, includes special observations on their relevance and use.

One of the responsibilities of a technical committee is, wherever applicable, to make use of basic safety publications in the preparation of its publications.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60332-3 (all parts), *Tests on electrical cables under fire conditions – Part 3: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires of cables*

IEC 60695-4:2005, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests*

IEC 60695-9-1, *Fire hazard testing – Part 9-1: Surface spread of flame – General guidance*

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

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

ISO/IEC 13943:2000, *Fire safety – Vocabulary*

ISO 5658-2, *Reaction to fire tests – Spread of flame – Part 2: Lateral spread on building products in vertical configuration*

ISO 5658-4, *Reaction to fire tests – Spread of flame – Part 4: Intermediate-scale test of vertical spread of flame with vertically oriented specimen* (available in English only)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes, dont certaines sont tirées de l'ISO/CEI 13943 et de la CEI 60695-4, s'appliquent:

3.1

longueur brûlée

longueur maximale dans une direction spécifiée de la surface brûlée

NOTE Elle est exprimée en mètres.

[ISO/CEI 13943, définition 12]

3.2

résidu charbonneux (substantif)

résidu carboné résultant d'une pyrolyse ou d'une combustion incomplète

[ISO/CEI 13943, définition 16]

3.3

longueur du résidu charbonneux

longueur maximale dans une direction spécifiée de la surface comportant un résidu charbonneux

NOTE Dans certaines normes, la longueur de résidu charbonneux est définie par une méthode d'essai spéciale.

3.4

combustible

objet pouvant brûler

[ISO/CEI 13943, définition 22]

3.5

combustion

réaction exothermique d'une substance avec un comburant

NOTE La combustion émet généralement des effluents accompagnés de flammes et/ou d'incandescence.

[ISO/CEI 13943, définition 23]

3.6

longueur endommagée

longueur maximale, dans une direction spécifiée, de la surface endommagée d'un matériau dans des conditions d'essai spécifiées (voir aussi *longueur brûlée*)

NOTE Elle est exprimée en mètres.

3.7

longueur brûlée

longueur maximale d'un matériau détruite par combustion ou pyrolyse, dans des conditions d'essai spécifiées, à l'exclusion de toute autre zone endommagée seulement par déformation (voir aussi *longueur endommagée*)

[CEI 60695-4, définition 3.16]

3.8

feu

incendie

a) feu: combustion caractérisée par une émission de chaleur et d'effluents accompagnée de fumée et/ou de flammes et/ou d'incandescence;

3 Terms and definitions

For the purposes of this document the following definitions apply, some of which are taken from ISO/IEC 13943 and IEC 60695-4:

3.1

burned length

maximum extent in a specified direction of the burned area

NOTE It is expressed in metres.

[ISO/IEC 13943 definition 12]

3.2

char (noun)

carbonaceous residue resulting from pyrolysis or incomplete combustion

[ISO/IEC 13943 definition 16]

3.3

char length

maximum extent in a specified direction of the charred area

NOTE In some standards, char length is defined by a specific test method.

3.4

combustible

item capable of combustion

[ISO/IEC 13943 definition 22]

3.5

combustion

exothermic reaction of a substance with an oxidiser

NOTE Combustion generally emits effluent accompanied by flames and/or visible light.

[ISO/IEC 13943 definition 23]

3.6

damaged length

maximum extent, in a specified direction, of the damaged area of a material under specified test conditions (see also *extent of combustion*)

NOTE It is expressed in metres.

3.7

extent of combustion

maximum length of a material that has been destroyed by combustion or pyrolysis, under specified test conditions, excluding any region damaged only by deformation (see also *damaged length*)

[IEC 60695-4 definition 3.16]

3.8

fire

a) process of combustion characterized by the emission of heat and effluent accompanied by smoke, and/or flame, and/or glowing;

b) incendie: combustion rapide qui se développe sans contrôle dans le temps et dans l'espace

[CEI 60695-4, définition 3.19]

3.9

risques du feu

danger d'incendie

possibilité de blessures ou de perte de la vie et/ou de dégâts matériels que représente un incendie

[CEI 60695-4, définition 3.26]

3.10

ignifuge (substantif)

substance ajoutée ou traitement appliqué à un matériau pour supprimer, réduire ou retarder la combustion du matériau

[CEI 60695-4, définition 3.31]

3.11

scénario feu

description détaillée des conditions, y compris de l'environnement, dans lesquelles se déroulent une ou plusieurs étapes d'un feu réel à un emplacement spécifique ou d'une simulation dans un essai en vraie grandeur, depuis la situation avant le début jusqu'à la fin de la combustion

[ISO/CEI 13943, définition 58]

3.12

flamme (substantif)

zone de combustion en phase gazeuse avec émission de lumière visible

3.13

front de flamme

limite de la zone de combustion en phase gazeuse à la surface d'un matériau

[CEI 60695-4, définition 3.34]

3.14

retardateur de flamme ou ignifugeant (substantif)

substance ajoutée ou traitement appliqué à un matériau pour supprimer ou retarder l'apparition d'une flamme et/ou diminuer sa vitesse de propagation

NOTE L'utilisation d'ignifugeant ou de retardateur de flamme ne supprime pas nécessairement le feu.

[ISO/CEI 13943, définition 65]

3.15

propagation de flamme

propagation d'un front de flamme

[CEI 60695-4, définition 3.36]

3.16

embrasement éclair

flash-over

passage brusque à l'état de combustion généralisée en surface de l'ensemble des matériaux combustibles dans un espace fermé

[CEI 60695-4, définition 3.42]

b) rapid combustion spreading uncontrolled in time and space

[IEC 60695-4 definition 3.19]

3.9

fire hazard

potential for injury or loss of life and/or damage to property from fire

[IEC 60695-4 definition 3.26]

3.10

fire retardant (noun)

substance added or a treatment applied to a material in order to suppress, reduce or delay the combustion of the material

[IEC 60695-4 definition 3.31]

3.11

fire scenario

detailed description of conditions, including environmental, of one or more stages from before ignition to after completion of combustion in an actual fire at a specific location or in a real-scale simulation

[ISO/IEC 13943 definition 58]

3.12

flame (noun)

zone of combustion in the gaseous phase with emission of visible light

3.13

flame front

boundary of the combustion zone in the gaseous phase at the surface of a material

[IEC 60695-4 definition 3.34]

3.14

flame retardant (noun)

substance added, or a treatment applied, to a material in order to suppress or delay the appearance of a flame and/or reduce its propagation (spread) rate

NOTE The use of flame retardants does not necessarily suppress fire.

[ISO/IEC 13943 definition 65]

3.15

flame spread

propagation of a flame front

[IEC 60695-4 definition 3.36]

3.16

flash-over

rapid transition to a state of total surface involvement in a fire of combustible materials within an enclosure

[IEC 60695-4 definition 3.42]

3.17

feu développé

état de combustion généralisé avec flamme de l'ensemble des matériaux combustibles au cours d'un incendie

[ISO/CEI 13943, définition 80]

3.18

débit thermique

énergie thermique dégagée par unité de temps par la combustion d'un matériau ou d'un produit dans des conditions d'essai spécifiées

NOTE Il est exprimé en watts.

[ISO/CEI 13943, définition 88]

3.19

allumage

action d'allumer

NOTE Le terme "ignition" a en français un sens très différent [état d'un corps en combustion].

[ISO/CEI 13943, définition 96]

3.20

source d'allumage

source d'énergie qui provoque une combustion

[ISO/CEI 13943, définition 97]

3.21

température (minimale) d'allumage

température (minimale) d'un matériau ou d'une source d'allumage à laquelle peut commencer une combustion soutenue dans des conditions d'essais spécifiées, telle que défini dans la méthode d'essai

NOTE L'allumage requiert un volume suffisant de gaz inflammable et d'oxydant (air). La combustion soutenue requiert un taux suffisant de production de gaz inflammable. La température minimale d'allumage implique une contrainte thermique de durée infinie. Pour des raisons pratiques, il convient que la norme définisse de façon appropriée la température minimale d'allumage.

[CEI 60695-4, définition 3.51]

3.22

essai à grande échelle

essai dont la taille dépasse celle d'un essai sur une paillasse typique de laboratoire

[CEI 60695-4, définition 3.53]

3.23

pyrolyse

décomposition chimique irréversible d'un matériau sous la seule action de la chaleur

[CEI 60695-4, définition 3.70]

3.24

front de pyrolyse

limite de la zone de pyrolyse à la surface d'un matériau

[CEI 60695-4, définition 3.71]

3.17**fully developed fire**

state of total involvement of combustible materials in a fire

[ISO/IEC 13943 definition 80]

3.18**heat release rate**

thermal energy released per unit time by an item during combustion under specified conditions

NOTE It is expressed in watts.

[ISO/IEC 13943 definition 88]

3.19**ignition**

initiation of combustion

NOTE The term "ignition" in French has a very different meaning [state of body combustion].

[ISO/IEC 13943 definition 96]

3.20**ignition source**

source of energy that initiates combustion

[ISO/IEC 13943 definition 97]

3.21**ignition temperature (minimum)**

(minimum) temperature of a material or of an ignition source at which sustained combustion can be initiated under specified test conditions, as defined in the test method

NOTE Ignition requires a sufficient volume of flammable gas and oxidant (air). Sustained combustion requires a sufficient rate of production of flammable gas. The minimum ignition temperature implies thermal stressing to infinite time. For practical purposes, the standard should define the minimum ignition temperature appropriately.

[IEC 60695-4 definition 3.51]

3.22**large-scale test**

test, the size of which exceeds that of a typical laboratory bench

[IEC 60695-4 definition 3.53]

3.23**pyrolysis**

irreversible chemical decomposition of a material under the sole effect of heat

[IEC 60695-4 definition 3.70]

3.24**pyrolysis front**

boundary of pyrolysis at the surface of a material

[IEC 60695-4 definition 3.71]

3.25

essai en vraie grandeur

essai qui simule une situation d'utilisation finale dans la taille et le décor environnant

[CEI 60695-4, définition 3.73]

3.26

câble montant

câble posé verticalement entre les étages d'un bâtiment

NOTE Le terme anglais "riser cable" est surtout utilisé en Amérique du nord.

3.27

colonne montante

colonne prévue pour les équipements techniques entre les étages d'un bâtiment

NOTE Le terme anglais "riser shaft" est surtout utilisé en Amérique du nord.

3.28

essai à petite échelle

essai qui peut être effectué sur une paillasse typique de laboratoire

[CEI 60695-4, définition 3.77]

3.29

propagation de flamme(s) en surface

propagation d'une (ou de) flamme(s) à partir de la source d'allumage sur la surface d'un liquide ou d'un solide

[ISO/CEI 13943, définition 160]

4 Résumés des méthodes d'essai publiées

Ces résumés ne peuvent pas être utilisés à la place des normes publiées qui sont les seuls documents de référence valables.

4.1 Essais de combustion à petite échelle et à échelle intermédiaire

4.1.1 Essais horizontal et vertical à la flamme de 50 W et de 500 W – CEI 60695-11-10 et CEI 60695-11-20

La CEI 60695-11-10 [1] ¹ correspond à un essai avec une flamme de 50 W. La CEI 60695-11-20 [2] correspond à un essai avec une flamme de 500 W.

4.1.1.1 But et principe

Ces essais se rapportent aux matériaux d'isolation solides et ont pour but de servir d'indication préliminaire de leur comportement quand ils sont exposés à une source d'allumage. Les résultats rendent possible la vérification de la constance des caractéristiques d'un matériau, fournissent une indication sur l'avancement de l'amélioration des matériaux d'isolation et permettent une comparaison et un classement entre les différents matériaux.

4.1.1.2 Epreuve

L'éprouvette est relativement petite : 125 mm de longueur, 13 mm de largeur et une épaisseur allant jusqu'à 13 mm.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

3.25**real-scale test**

test which simulates an end-use situation in both size and surroundings

[IEC 60695-4 definition 3.73]

3.26**riser cable**

cable that runs vertically between floors in a building

NOTE This is a term used predominantly in North America.

3.27**riser shaft**

shaft provided to run services between floors in a building

NOTE This is a term used predominantly in North America.

3.28**small-scale test**

a test which may be made on a typical laboratory bench

[IEC 60695-4 definition 3.77]

3.29**surface spread of flame**

propagation of flame away from the source of ignition across the surface of a liquid or a solid

[ISO/IEC 13943 definition 160]

4 Summary of published test methods

This summary cannot be used in place of published standards which are the only valid reference documents.

4.1 Small-scale and intermediate-scale burning tests**4.1.1 Horizontal and vertical 50 W and 500 W flame tests – IEC 60695-11-10 and IEC 60695-11-20**

IEC 60695-11-10 [1]¹ is a test using a 50 W flame. IEC 60695-11-20 [2] is a test using a 500 W flame.

4.1.1.1 Purpose and principle

These tests refer to solid electrical insulating materials and are intended to serve as a preliminary indication of their behaviour when exposed to an ignition source. The results make it possible to check the constancy of the characteristics of a material and provide an indication of the progress in the development of insulating materials and a relative comparison and classification of various materials.

4.1.1.2 Test specimen

The relatively small test specimen is 125 mm long, 13 mm wide, and up to 13 mm thick.

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

4.1.1.3 Méthode d'essai

Ces essais impliquent une source d'allumage appliquée sur des éprouvettes horizontales ou verticales en mesurant la longueur brûlée ou la vitesse de propagation des flammes en surface.

4.1.1.4 Répétabilité et reproductibilité

Les données se trouvent dans la CEI 60695-11-10 [1], Annexes A et B, et dans la CEI 60695-11-20 [2], Annexe A.

4.1.1.5 Pertinence des résultats d'essai

Ces méthodes d'essai sont utilisées pour la présélection des matériaux, pour l'évaluation des produits et leur contrôle de qualité. Elles ne sont pas utilisables pour déterminer le comportement au feu et vis-à-vis du risque du feu sur des équipements complets, dans la mesure où les dimensions des systèmes d'isolation, la conception et le transfert de chaleur aux parties métalliques adjacentes, etc. ont une grande influence sur l'inflammation des matériaux isolants utilisés.

4.1.2 Essai de combustion vertical des câbles – CEI 60332-1 [3]

4.1.2.1 But et principe

Cette méthode d'essai spécifie une méthode d'essai sur un fil ou un câble vertical soumis au feu. La CEI 60332-1-1 définit l'appareillage d'essai. La CEI 60332-1-2 définit la procédure. On mesure la longueur du résidu charbonneux d'une éprouvette verticale exposée à un brûleur à gaz dans une enceinte appropriée. Cette norme inclut les exigences de conformité. La CEI 60332-1-3 est une procédure pour la détermination des particules/gouttelettes enflammées.

La méthode spécifiée n'est pas adaptée pour les essais des petits conducteurs d'un diamètre inférieur à 0,8 mm ou d'une section inférieure à 0,5 mm² parce que les conducteurs fondent avant la fin de l'essai – voir 4.1.3.

NOTE Les normes EN correspondantes sont les EN 50265-1, EN 50265-2-1 et EN 50265-2-3.

4.1.2.2 Eprouvette

L'éprouvette est constituée par un fil ou un câble terminé de 600 mm ± 25 mm de longueur.

4.1.2.3 Méthode d'essai

L'éprouvette est maintenue en position verticale au moyen de deux supports dans une cabine métallique à trois côtés. Un brûleur étalonné est utilisé pour allumer l'échantillon. La flamme est appliquée de manière continue pendant une durée qui dépend du diamètre hors tout de l'éprouvette. La longueur endommagée de l'éprouvette est notée.

4.1.2.4 Répétabilité et reproductibilité

Aucune donnée connue disponible.

4.1.2.5 Pertinence des résultats d'essai

Cette méthode est utilisée pour déterminer la propagation de la combustion verticale d'un fil ou d'un câble fini isolé en mesurant la longueur du résidu charbonneux.

4.1.1.3 Test method

These tests involve the application of an ignition source to a horizontal or vertical test specimen and the measurement of the burned length or surface spread of flame rate.

4.1.1.4 Repeatability and reproducibility

Data are available in IEC 60695-11-10 [1] Annexes A and B, and IEC 60695-11-20 [2], Annex A.

4.1.1.5 Relevance of test data

These test methods are used for the preselection of materials, for quality control and product evaluation. They are not valid for determining the fire behaviour and fire hazard of complete items of equipment, since the dimensions of the insulating systems, the design and heat transfer to adjacent metallic parts, etc. greatly influence the flammability of the electrical insulating materials being used.

4.1.2 Vertical burning test for cables – IEC 60332-1 [3]

4.1.2.1 Purpose and principle

This test method specifies a method of testing a single vertical wire or cable under fire conditions. IEC 60332-1-1 defines the apparatus. IEC 60332-1-2 defines the procedure. The char length of a vertical test specimen, exposed to a gas burner in a suitable chamber, is measured. The standard includes the requirements for compliance. IEC 60332-1-3 is a procedure for determination of flaming droplets/particles.

The method specified is not suitable for the testing of small conductors less than 0,8 mm in diameter or small conductors less than 0,5 mm², because the conductor melts before the test is completed – see 4.1.3.

NOTE The corresponding EN standards are EN 50265-1, EN 50265-2-1 and EN 50265-2-3.

4.1.2.2 Test specimen

The test specimen consists of a piece of finished wire or cable 600 mm ± 25 mm long.

4.1.2.3 Test method

The test specimen is held in a vertical position by means of two support arms within a three-sided metallic screen. A calibrated burner is used to ignite the test specimen. Its flame is continuously applied for a period of time which is related to the overall diameter of the test specimen. The damaged length of the test specimen is then noted.

4.1.2.4 Repeatability and reproducibility

No data are known to be available.

4.1.2.5 Relevance of test data

This method is used to determine the extent of vertical burning of a single finished wire or cable by measuring the char length.

L'utilisation d'un fil ou d'un câble isolé qui retarde la propagation de la flamme et qui est conforme à toutes les exigences de la présente norme ne peut être considérée comme pouvant parer à elle seule à la propagation du feu dans toutes les conditions d'installation. Deux exemples de telles conditions sont données ci-dessous:

- a) pose verticale de câbles en nappes ou en faisceaux;
- b) sources d'allumage éventuelles qui imposeraient un environnement thermique d'une intensité supérieure à celui de la méthode d'essai.

Il est recommandé de prendre des précautions particulières pour l'installation à chaque fois qu'il existe un risque élevé de propagation.

4.1.3 Essai de combustion verticale des câbles – CEI 60332-2 [3]

4.1.3.1 But et principe

Cette méthode d'essai s'applique à un petit fil isolé soumis au feu lorsque la méthode d'essai de combustion verticale de la CEI 60332-1 n'est pas applicable, car certains petits conducteurs peuvent fondre pendant l'application de la flamme. La CEI 60332-2-1 définit l'appareillage d'essai. La CEI 60332-2-2 définit la procédure. On mesure la longueur du résidu charbonneux d'une éprouvette verticale exposée à un brûleur à gaz dans une enceinte sans tirage. Cette norme inclut les exigences de conformité.

NOTE Les normes EN correspondantes sont les EN 50265-1 et EN 50265-2-2.

4.1.3.2 Eprouvette

L'éprouvette est constituée d'un échantillon de fil terminé en cuivre ou de câble en état de livraison de 600 mm $\pm$ 25 mm de longueur, avec une plage d'application de 0,4 mm à 0,8 mm de diamètre pour les âmes massives en cuivre et une section de 0,1 mm² à 0,5 mm² pour les âmes câblées.

4.1.3.3 Méthode d'essai

L'éprouvette est maintenue en position verticale au moyen de deux supports dans une cabine métallique à trois côtés. Une charge de 5 N par mm² de section est fixée à la partie inférieure de l'éprouvette. Un brûleur étalonné est utilisé pour allumer l'échantillon. La flamme est appliquée de manière continue pendant une durée de 20 s au maximum. La longueur endommagée de l'éprouvette est notée.

4.1.3.4 Répétabilité et reproductibilité

Aucune donnée connue disponible.

4.1.3.5 Pertinence des résultats d'essai

Cette méthode est utilisée pour déterminer la propagation de la combustion en mesurant la longueur du résidu charbonneux.

Dans la mesure où l'utilisation d'un fil ou d'un câble qui retarde la propagation de la flamme et qui est conforme aux exigences de la présente norme n'est pas, à elle seule, suffisante pour empêcher la propagation du feu dans toutes les conditions d'installation, il est recommandé, à chaque fois que le risque de propagation est élevé, par exemple pour les longs parcours verticaux de câbles en nappes, de prendre des précautions particulières pour l'installation. Ce n'est pas parce que l'éprouvette de câble est conforme aux performances exigées dans la présente norme que l'on peut considérer que les câbles en nappes auront un comportement similaire.

The use of insulated wire or cable, which retards flame propagation and complies with the requirements of this standard, cannot be assumed by itself to prevent propagation of fire under all conditions of installation. Two examples of such conditions are:

- a) vertical runs of bunched or bundled cables;
- b) potential ignition sources that would impose a more intense thermal environment than that provided by the test method.

It is recommended that wherever the risk of propagation is high, special installation precautions should be taken.

4.1.3 Vertical burning test for cables – IEC 60332-2 [3]

4.1.3.1 Purpose and principle

This test method specifies a method of testing a small insulated wire under fire conditions when the method specified in vertical burning test IEC 60332-1 is not suitable because some small conductors may melt during the application of the flame. IEC 60332-2-1 defines the apparatus. IEC 60332-2-2 defines the procedure. The char length of a vertical test specimen, exposed to a gas burner in a draught-free chamber, is measured. The standard includes the requirement for compliance.

NOTE The corresponding EN standards are EN 50265-1 and EN 50265-2-2.

4.1.3.2 Test specimen

The test specimen consists of a piece of finished copper wire or cable 600 mm $\pm$ 25 mm long, with a range of application of 0,4 mm to 0,8 mm in diameter for solid copper conductor and 0,1 mm² to 0,5 mm² cross-section for stranded conductors.

4.1.3.3 Test method

The test specimen is held in a vertical position by means of two support arms within a three-sided metallic screen. A load of 5 N for each mm² of conductor area is attached to the lower part of the test specimen. A calibrated burner is used to ignite the test specimen. Its flame is continuously applied for a maximum period of 20 s. The damaged length of the test specimen is then noted.

4.1.3.4 Repeatability and reproducibility

No data are known to be available.

4.1.3.5 Relevance of test data

This method is used to determine the extent of burning by measuring the char length.

Since the use of insulated wire or cable, which retards flame propagation and complies with the requirements of this standard, is not sufficient by itself to prevent propagation of fire under all conditions of installation, it is recommended that wherever the risk of propagation is high, for example in long vertical runs of bunched cables, special installation precautions should also be taken. It cannot be assumed that, because the cable test specimen complies with the performance required in this standard, bunched cables will behave in a similar manner.

4.1.4 Propagation latérale de la flamme sur les produits de construction – ISO 5658-2 [4]

4.1.4.1 But et principe

Cet essai offre une méthode simple de détermination de la propagation latérale des flammes sur une éprouvette verticale à des fins de comparaison. Cet essai fournit des données adaptées à la comparaison des performances des matériaux plats, des matériaux composites et des assemblages qui sont essentiellement utilisés pour les surfaces exposées des parois.

NOTE Cet essai a été élaboré à partir d'une méthode de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) publiée sous la référence Résolution OMI A.653 [5].

4.1.4.2 Epreuve

Les éprouvettes sont d'une longueur de 800 mm et d'une largeur de 155 mm. Les produits qui ont une épaisseur inférieure ou égale à 70 mm subissent l'essai en l'état. Pour les produits dont l'épaisseur est supérieure à 70 mm, la face exposée est coupée pour ramener l'épaisseur à 70 mm.

4.1.4.3 Méthode d'essai

La méthode d'essai consiste à exposer les éprouvettes conditionnées à un champ bien défini de chaleur radiante et à mesurer le temps nécessaire à l'allumage, la propagation latérale de la flamme et l'extinction finale. Une éprouvette est placée en position verticale juste à côté d'un panneau radiant. Une flamme pilotée est placée à proximité de l'extrémité chaude de l'éprouvette pour allumer les gaz volatils. Après allumage, on note tout front de flammes qui se développe et on consigne la progression du front horizontalement sur la longueur de l'éprouvette. Les résultats sont exprimés comme le flux thermique critique à l'extinction et la chaleur moyenne pour la combustion soutenue.

4.1.4.4 Répétabilité et reproductibilité

Les données obtenues dans le cadre d'un essai interlaboratoire sont données à l'Annexe A.

4.1.4.5 Pertinence des résultats d'essai

L'essai ne traite qu'une simple représentation d'un aspect particulier de la situation de feu potentielle typée due à une source de chaleur radiante et à une flamme; il ne peut pas fournir à lui seul de guide direct concernant le comportement ou la sécurité au feu. Cet essai est particulièrement utile pour la recherche, le développement et le contrôle de la qualité.

NOTE Le même appareillage d'essai est utilisé pour les procédures décrites dans l'ASTM E-1321-99 [6] qui fournit une méthode plus scientifique pour la détermination des paramètres d'allumabilité et de propagation des flammes des produits de construction. Les données fournies par cet essai sont appropriées pour une utilisation dans les modèles (mathématiques) de croissance du feu.

4.1.5 Essai à échelle intermédiaire de la propagation de la flamme avec éprouvette orientée verticalement – ISO 5658-4 [7]

4.1.5.1 But et principe

Cette méthode d'essai consiste à exposer la partie inférieure d'une éprouvette conditionnée orientée verticalement à un flux thermique radiant de champ bien défini (au maximum $40 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$) et à mesurer le temps avant l'allumage, la propagation verticale et horizontale des flammes et, lorsque cela est approprié, à observer d'autres effets de la propagation du feu comme des gouttes ou des débris enflammés ainsi que la propagation latérale. Un brûleur rectiligne non incident piloté est placé au-dessus de la zone touchée de l'éprouvette pour allumer les gaz volatils.

4.1.4 Lateral flame spread on building products – ISO 5658-2 [4]

4.1.4.1 Purpose and principle

This test provides a simple method by which lateral spread of flame on a vertical test specimen can be determined for comparative purposes. The test provides data suitable for comparing the performance of essentially flat materials, composites or assemblies, which are used primarily as the exposed surfaces of walls.

NOTE The test was developed from the method of the International Maritime Organization (IMO) published as IMO Resolution A.653 [5].

4.1.4.2 Test specimen

Test specimens are 800 mm long by 155 mm wide. Products of thickness 70 mm or less are tested using their full thickness. For products of thickness greater than 70 mm, the unexposed face is cut away to reduce the thickness to 70 mm.

4.1.4.3 Test method

The test method consists of exposing conditioned test specimens to a well-defined field of radiant heat flux and measuring the time to ignition, the lateral spread of flame, and its final extinguishment. A test specimen is placed in a vertical position adjacent to a gas-fired radiant panel. A pilot flame is sited close to the hot end of the test specimen to ignite volatile gases. Following ignition, any flame front which develops is noted, and a record is made of the progression of the flame front horizontally along the length of the test specimen. The results are expressed as the critical heat flux at extinguishment and the average heat for sustained burning.

4.1.4.4 Repeatability and reproducibility

Data obtained in an interlaboratory trial are given in Annex A.

4.1.4.5 Relevance of test data

The test deals only with a simple representation of a particular aspect of the potential fire situation typified by a radiant heat source and flame; it cannot alone provide any direct guidance on behaviour or safety in fire. The test is particularly useful for research, development and quality control purposes.

NOTE The same test apparatus is used for the procedures described in ASTM E-1321-99 [6] which provides a more scientific method by which the ignitability and spread of flame parameters of building products can be determined. Data derived from this test are suitable for use in mathematical fire growth models.

4.1.5 Intermediate scale test of vertical flame spread – ISO 5658-4 [7]

4.1.5.1 Purpose and principle

This test method consists of exposing the lower part of a conditioned vertically-oriented test specimen to a single well-defined field of radiant heat flux (maximum $40 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$) and measuring the time to ignition, vertical and horizontal spread of flame and, where appropriate, observing other fire spread effects such as flaming drips or debris and lateral spread. A non-impinging line pilot burner is positioned above the radiated area of the test specimen to ignite volatile gases.

4.1.5.2 Epreuve

Les éprouvettes sont représentatives du produit et ont une longueur de 1 525 mm et une largeur de 1 025 mm. L'éprouvette est montée dans un dispositif de maintien sur un chariot, son bord long étant à la verticale et son bord court étant à l'horizontale.

4.1.5.3 Méthode d'essai

Des traits de repérage (verticaux et horizontaux) sont portés sur l'éprouvette. Lorsque le panneau radiant a atteint son équilibre thermique, le brûleur piloté est allumé et le chariot est déplacé dans la position d'essai. Le temps d'allumage est consigné ainsi que tout autre effet d'inflammation. Le temps mis par une flamme soutenue pour arriver aux traits de repérage sur l'éprouvette et sur les bords de celle-ci est consigné. Le meilleur temps est de 30 min au maximum. La zone brûlée et le type de dommage sont consignés.

4.1.5.4 Répétabilité et reproductibilité

Les données obtenues dans le cadre d'un essai interlaboratoire sont données à l'Annexe B.

4.1.5.5 Pertinence des résultats d'essai

Cet essai spécifie une méthode à échelle intermédiaire pour mesurer la propagation verticale (vers le haut et vers le bas) de la flamme sur une éprouvette d'un produit orienté en position verticale. Une mesure de la propagation latérale peut également être obtenue. L'essai fournit des données adaptées pour la comparaison des performances des matériaux, des matériaux composites ou des assemblages qui sont utilisés comme surfaces exposées sur les parois ou d'autres produits orientés verticalement dans les applications de construction. La source de chaleur peut être considérée comme représentative d'une seule source de combustion comme une poubelle à papiers ou une chaise rembourrée à l'intérieur d'une enceinte et ce scénario serait généralement considéré comme s'appliquant au cours d'un stade précoce de développement du feu.

4.1.6 Essai de combustion verticale pour les matériaux de l'aviation – FAR 25 [8]

4.1.6.1 But et principe

Les exigences pour les composants d'un système électrique sont données dans la FAR 25.869 (a). L'isolant des fils et câbles électriques installés à tout endroit du fuselage d'un avion doit être auto-extinguible quand il est essayé au bec Bunsen 60° selon la méthode décrite dans la Partie I, Annexe F de la FAR 25.

Les exigences pour les matériaux et les pièces utilisés dans les compartiments pour l'équipage et les passagers sont données dans la FAR 25.853. Le conduit électrique doit être auto-extinguible lorsqu'il est soumis aux essais au bec bunsen décrit dans la partie I, Annexe F du document FAR 25.

4.1.6.2 Epreuve

L'éprouvette pour l'essai au bec Bunsen vertical a une largeur d'au moins 50 mm et une longueur de 30,5 mm, à moins que la taille réelle utilisée dans les avions soit de dimensions inférieures. L'épaisseur de l'éprouvette ne doit pas être supérieure à l'épaisseur minimale qualifiée pour être utilisée dans un avion.

L'éprouvette pour le bec Bunsen à 60° est une longueur de fils ou de câbles. Le calibre est le même que celui utilisé dans l'avion.

4.1.5.2 Test specimen

Test specimens are representative of the product and are 1 525 mm long by 1 025 mm wide. The specimen is mounted in a holder on a support trolley with the long edge vertical and the short edge horizontal.

4.1.5.3 Test method

The test specimen is marked with reference lines (vertical and horizontal). When the radiant panel has attained thermal equilibrium, the pilot burner is lit and the trolley is moved into the test position. The ignition time is recorded together with any other flaming effects. Times of arrival of any sustained flame at the reference lines on the test specimen and at the edges of the test specimen are recorded. The test time is a maximum of 30 min. The burned area and the type of damage are recorded.

4.1.5.4 Repeatability and reproducibility

Data from an interlaboratory trial are given in Annex B.

4.1.5.5 Relevance of test data

This test specifies an intermediate-scale method for measuring the vertical spread (upward and downward) of flame over a test specimen of a product oriented in the vertical position. A measure of lateral spread can also be obtained. The test provides data suitable for comparing the performance of materials, composites or assemblies, which are used as the exposed surfaces of walls or other vertically oriented products in construction applications. The heat source may be considered to represent a single burning item such as a wastepaper bin or an upholstered chair within an enclosure, and this scenario would generally be considered to apply during the early developing stage of a fire.

4.1.6 Vertical burning test for aircraft materials – FAR 25 [8]

4.1.6.1 Purpose and principle

The requirements for electrical system components are given in FAR 25.869 (a). Insulation on electrical wires and electric cable installed in any area of an airplane fuselage shall be self-extinguishing when tested in accordance with a 60° Bunsen burner test described in Part I, Appendix F of FAR 25.

The requirements for materials and parts used in the crew and passenger compartments are given in FAR 25.853. Electrical conduit shall be self-extinguishing when tested in accordance with a vertical Bunsen burner test described in Part I, Appendix F of FAR 25.

4.1.6.2 Test specimen

The test specimen for the vertical Bunsen burner test is at least 50 mm wide and 30,5 mm long, unless the actual size used in the airplane is smaller. The test specimen thickness is no thicker than the minimum thickness qualified for use in an airplane.

The test specimen for the 60 ° Bunsen burner test is a length of wire or cable. The gauge is the same as that used in the airplane.

4.1.6.3 Méthode d'essai

Ces essais consistent à appliquer une source d'allumage à une éprouvette orientée à 60° ou verticale. La durée de la flamme, la longueur brûlée et le temps de projection de gouttelettes, le cas échéant, sont mesurés et consignés.

Les conduits électriques sont soumis à une application de la flamme pendant 12 s. Les fils et les câbles sont soumis à une application de la flamme pendant 30 s.

4.1.6.4 Répétabilité et reproductibilité

Aucune donnée connue disponible.

4.1.6.5 Pertinence des résultats d'essai

Ces méthodes d'essai sont utilisées pour la présélection des matériaux, pour le contrôle de la qualité et pour l'évaluation des produits, en particulier ceux destinés aux accessoires légers dans l'industrie aéronautique.

4.1.7 Vitesse de combustion horizontale pour les matériaux des véhicules routiers – ISO 3795 [9]

4.1.7.1 But et principe

Cette méthode d'essai décrit une méthode pour déterminer la vitesse de combustion horizontale des matériaux utilisés dans l'habitacle des véhicules routiers. Elle est utilisée pour déterminer si la flamme s'éteint et le temps qui lui est nécessaire pour parcourir une distance mesurée.

Cette norme inclut les exigences de conformité.

4.1.7.2 Epreuve

Les dimensions de l'éprouvette sont 356 mm × 100 mm × d mm. L'épaisseur d correspond à l'épaisseur du produit à essayer, mais elle ne doit pas être supérieure à 13 mm.

4.1.7.3 Méthode d'essai

Pendant l'essai, au moins cinq éprouvettes, montées dans un support défini, sont essayées horizontalement dans une enceinte spéciale. Le brûleur à gaz est un bec Bunsen de 9,5 mm. La hauteur de la flamme est de 38 mm et la partie supérieure du brûleur est à 19 mm en dessous du côté inférieur de l'éprouvette. La vitesse de combustion B , en mm/min, est mesurée.

Une éprouvette est maintenue dans un support en forme de U et elle est exposée à une flamme définie, de faible énergie, pendant 15 s dans une chambre à combustion, la flamme est appliquée à l'extrémité libre de l'éprouvette.

4.1.7.4 Répétabilité et reproductibilité

Aucune donnée connue disponible.

4.1.7.5 Pertinence des résultats d'essai

La plupart des fabricants de l'industrie automobile prescrivent cet essai pour les matériaux utilisés à l'intérieur des véhicules.

4.1.6.3 Test method

These tests involve applying an ignition source to a 60 ° or vertical test specimen. The flame time, burned length, and flaming time of drippings, if any, are then measured or noted.

Electrical conduits are submitted to a 12 s application of flame. Wire and cable are submitted to a 30 s application of flame.

4.1.6.4 Repeatability and reproducibility

No data are known to be available.

4.1.6.5 Relevance of test data

These test methods are used for the preselection of materials, quality control and product evaluation mainly for light fittings in the aviation industry.

4.1.7 Horizontal burning rate for road vehicle materials – ISO 3795 [9]

4.1.7.1 Purpose and principle

This test method determines the horizontal burning rate of materials used in the occupant compartment of road vehicles. It is used to determine if the flame extinguishes, and the time required for the flame to travel a measured distance.

The standard includes the requirement for compliance.

4.1.7.2 Test specimen

The test specimen size is 356 mm × 100 mm × d mm. The thickness d corresponds to the thickness of the product to be tested but shall be not more than 13 mm.

4.1.7.3 Test method

During the test, at least five test specimens are tested horizontally in a special combustion chamber, mounted in a defined test specimen holder. The gas burner is a 9,5 mm Bunsen burner. The flame height is 38 mm and the burner top is 19 mm below the bottom edge of the test specimen. The burning rate, B , in mm/min, is measured.

A test specimen is held in a U-shaped holder and is exposed to the action of a defined low-energy flame for 15 s in a combustion chamber, with the flame acting on the free end of the test specimen.

4.1.7.4 Repeatability and reproducibility

No data are known to be available.

4.1.7.5 Relevance of test data

Most automotive manufacturers require this test for interior materials.

4.2 Essais de combustion à grande échelle

De nombreux essais à grande échelle sont utilisés dans le monde, en particulier dans le domaine du comportement au feu des câbles. Une liste non exhaustive, couvrant les méthodes CEI et une sélection de méthodes similaires ne provenant pas de la CEI, est donnée ici.

4.2.1 Essais de combustion verticale pour les câbles (essais de câbles installés sur une échelle)

Plusieurs normes nationales et internationales sont fondées sur cette méthode – voir 4.2.1.6 et les références [10] à [14].

4.2.1.1 But et principe

Ces méthodes sont utilisées pour évaluer la propagation de la flamme en surface des câbles montés verticalement.

Les câbles sont fixés sur une échelle verticale et allumés avec un brûleur à gaz ou un four électrique. La propagation de la flamme, la longueur fondue et/ou la longueur du résidu charbonneux sont mesurées.

4.2.1.2 Epreuves

Les épreuves sont des longueurs de câbles de puissance, de télécommunication ou de câbles à fibres optiques.

4.2.1.3 Méthode d'essai

Les épreuves, attachées dans une configuration appropriée en faisceaux, sont allumées avec un brûleur à gaz propane ou un four électrique placé près de la partie inférieure de l'échelle verticale à câble. En fonction de la méthode d'essai choisie, la propagation visuelle de la flamme, la longueur fondue et/ou la longueur de résidu charbonneux sont mesurées.

4.2.1.4 Répétabilité et reproductibilité

Aucune donnée connue disponible.

4.2.1.5 Pertinence des résultats d'essai

Ces méthodes sont utilisées dans plusieurs pays pour déterminer la propagation de la flamme ou la longueur de résidu charbonneux (qui est utilisée pour représenter la propagation de la flamme).

NOTE 1 Certains résultats de ces essais peuvent être utilisés pour évaluer la contribution au risque du feu global, pour la recherche et le développement de produits.

NOTE 2 Le programme de recherche FIPEC (Fire Performance of Electric Cables) [15] a montré que les protocoles fondés sur les procédures modifiées de la CEI 60332-3 correspondaient bien au comportement d'essai au feu en vraie grandeur.

4.2.1.6 Normes applicables

Un résumé et une comparaison des méthodes d'essai sur échelle verticale de la CEI sont donnés au Tableau 1. Un résumé et une comparaison des méthodes d'essai sur échelle verticale non-CEI sont donnés au Tableau 2.

L'essai sur chemin de câbles vertical a été supprimé de l'UL 1581.

NOTE Le rapport technique CEI 62222 concerne les performances au feu des câbles de communication dans les bâtiments. La propagation de la flamme sur une échelle verticale est l'un des paramètres de feu examiné [16].

4.2 Large-scale burning tests

Many large-scale tests are in use all around the world, especially for dealing with the fire behaviour of cables. A non-exhaustive list, covering the IEC methods and a selection of similar non-IEC methods, is presented here.

4.2.1 Vertical burning tests for cables (ladder tests)

Several national and international standards are based on this method – see 4.2.1.6 and references [10] to [14].

4.2.1.1 Purpose and principle

These methods are used to assess the surface spread of flame of vertically mounted cables.

Cables are mounted vertically on a ladder and ignited with a gas burner or an electrical oven. The flame spread, melt and/or char length are measured.

4.2.1.2 Test specimens

The test specimens are lengths of power, communication or optical fibre cables.

4.2.1.3 Test method

The test specimens, in the appropriate bundled configuration, are ignited by a propane gas burner or an electrical oven placed near the bottom of the vertical cable ladder. Depending on the test method chosen, visual flame spread, melt and/or char length are measured.

4.2.1.4 Repeatability and reproducibility

No data are known to be available.

4.2.1.5 Relevance of test data

These methods are used for determining flame spread or char length (which is used to represent flame spread) in several countries.

NOTE 1 Some of the data from these tests may be used as input to evaluate the contribution to the overall fire hazard, and for research and product development.

NOTE 2 The FIPEC (Fire Performance of Electric Cables) research programme [15] showed that protocols based on modified IEC 60332-3 procedures correlated well with real-scale fire test behaviour.

4.2.1.6 Relevant standards

A summary and comparison of IEC vertical ladder test methods is given in Table 1. A summary and comparison of non-IEC vertical ladder test methods is given in Table 2.

The vertical tray test has been deleted from UL 1581.

NOTE Technical report IEC 62222 concerns the fire performance of communication cables in buildings. Vertical ladder flame spread is one of the fire parameters that is discussed [16].

4.2.2 Essai de combustion verticale des câbles – NF C 32-070 [17]

4.2.2.1 But et principe

Cet essai est utilisé pour évaluer la réaction au feu d'un conducteur ou d'un câble isolé. L'étendue de la dégradation subie par une éprouvette verticale est mesurée. L'éprouvette est exposée à un environnement thermique prescrit d'un four électrique dans une enceinte ventilée, avec une flamme pilotée.

4.2.2.2 Eprouvette

En fonction du diamètre du conducteur ou du câble soumis à l'essai, chaque éprouvette se compose d'un ou de plusieurs élément(s) de conducteur ou de câble dont la longueur ne doit pas être inférieure à 1 600 mm.

Les éprouvettes sont des longueurs de câbles de puissance, de télécommunication ou de câbles à fibres optiques.

4.2.2.3 Méthode d'essai

L'essai est réalisé dans une enceinte émaillée. La ventilation de l'enceinte est assurée par un extracteur monté de manière axiale sur le toit de l'enceinte avec deux fentes à la base des parois latérales. Le système d'extraction est étalonné de manière à obtenir un débit de 120 mm/min $\pm$ 10 mm/min au cœur du four. Deux brûleurs au propane sont utilisés pour allumer tout effluent de feu inflammable.

Le four électrique est étalonné pour obtenir une augmentation de la température de 3,3 K $\times$ s⁻¹ $\pm$ 0,1 K $\times$ s⁻¹ d'un cylindre en cuivre pur, de 50 mm de long et de 25 mm de diamètre.

L'éprouvette est maintenue sous tension au moyen de deux dispositifs à manchon. Les flammes pilotées sont allumées et le four électrique est placé en position d'essai et le système d'extraction est mis en marche.

Après 10 min, la ventilation est arrêtée pendant 1 min puis elle est remise en route. Après une période totale de 30 min, le four électrique est placé en position basse. Les flammes pilotées sont éteintes et on laisse à l'éprouvette le temps de s'éteindre si nécessaire. La longueur endommagée de l'éprouvette est ensuite notée.

4.2.2 Vertical burning test for cables – NF C 32-070 [17]

4.2.2.1 Purpose and principle

This test is used to assess the fire reaction of an insulated conductor or cable. The extent of degradation of a vertical test specimen is measured. The test specimen is exposed to a prescribed thermal environment from an electric furnace in a ventilated chamber, with a pilot flame.

4.2.2.2 Test specimen

Depending on the diameter of the core or cable tested, each test specimen consists of one or more pieces of core or cable, the length of which shall not be less than 1600 mm.

The test specimen consists of length(s) of core, power, communication or optical fibre cables.

4.2.2.3 Test method

The test is carried out in a glazed chamber. Ventilation through the chamber is by means of an extractor fan mounted axially in the roof of the chamber and two slots in the base of the side walls. The extractor system is calibrated to obtain a flow rate of 120 mm/min $\pm$ 10 mm/min through the core of the furnace. Two propane burners are used to ignite any flammable fire effluents.

The electric furnace is calibrated to obtain a temperature rate of change of $3,3 \text{ K}\times\text{s}^{-1} \pm 0,1 \text{ K}\times\text{s}^{-1}$ within a pure copper cylinder, 50 mm long and 25 mm in diameter.

The test specimen is held under tension by means of two sleeve fasteners. The pilot flames are ignited and the electric furnace is brought into the test position and the extractor system is switched on.

After 10 min the ventilation is switched off for 1 min and then switched on again. After a total of 30 min, the electric furnace is turned off. The pilot flames are extinguished and time is allowed for the test specimen to be extinguished if necessary. The damaged length of the test specimen is then recorded.

Tableau 1 – Résumé et comparaison des méthodes d'essai sur échelles verticales de la CEI 60332 [10] ^a

	Partie 3-21 (Catégorie A/FR)	Partie 3-22 (Catégorie A)	Partie 3-23 (Catégorie B)	Partie 3-24 (Catégorie C)	Partie 3-25 (Catégorie D)
Puissance du brûleur	20,5 kW	20,5 kW ou 40,9 kW	20,5 kW		
Temps d'application de la flamme	40 min			20 min	
Durée d'essai max.	1 h				
Source alternative	Non				
Position du brûleur	600 mm au-dessus de la base, à 75 mm de la surface de l'éprouvette, devant				
Angle du brûleur	Horizontal				
Longueur de l'échelle	4 m				
Largeur de l'échelle	0,5 m	0,5 m ou 0,8 m	0,5 m		
Longueur de l'éprouvette	Au moins 3,5 m				
Largeur de l'éprouvette et techniques de montage	0,3 m max.	0,3 m max. ou 0,6 m max.	0,3 m max.		
Charge du câble [NMV] ^b	7 l/m		3,5 l/m	1,5 l/m	0,5 l/m
Câbles en faisceaux	Non				
Câbles à espacer	Oui	Oui, si les câbles ont au moins un conducteur avec une section dépassant 35 mm ² . Sinon, non.			
Enceinte d'essai spécifiée	Oui				
Débit d'air prescrit	5 000 l/min				
Nombre d'essais à réaliser	1				
Longueur maximale de résidu charbonneux recommandé à partir du sol	2,5 m				
NOTE 1 Les différentes catégories ne sont pas nécessairement liées aux différents niveaux de sécurité dans les installations de câbles réelles. La catégorie A F/R est destinée aux conceptions particulières de câbles pour les installations spéciales. Les catégories A, B, C et D sont pour l'usage général où différents volumes non métalliques sont applicables.					
NOTE 2 Les normes EN correspondantes sont les EN 50266-1, EN 50266-2-1, EN 50266-2-2, EN 50266-2-3, EN 50266-2-4, et EN 50266-2-5.					
^a L'appareillage est défini dans la CEI 60332-3-10.					
^b "NMV" est un volume non métallique (non-metallic volume).					

Table 1 – Summary and comparison of IEC 60332 vertical ladder test methods [10]^a

	Part 3-21 (Category A/FR)	Part 3-22 (Category A)	Part 3-23 (Category B)	Part 3-24 (Category C)	Part 3-25 (Category D)
Burner power	20,5 kW	20,5 kW or 40,9 kW	20,5 kW		
Flame application time	40 min			20 min	
Max. test duration	1 h				
Alternate source	No				
Burner placement	600 mm above the base, 75 mm from the test specimen surface, in front				
Angle of burner	Horizontal				
Ladder length	4 m				
Ladder width	0,5 m	0,5 m or 0,8 m	0,5 m		
Test specimen length	At least 3,5 m				
Width of test specimen and mounting techniques	0,3 m max.	0,3 m max. or 0,6 m max.	0,3 m max.		
Cable loading [NMV] ^b	7 l/m		3,5 l/m	1,5 l/m	0,5 l/m
Cables to be bundled	No				
Cables to be spaced	Yes	Yes, if cables have at least one conductor with a cross-sectional area exceeding 35 mm ² . Otherwise no.			
Test enclosure specified	Yes				
Required air flow rate	5 000 l/min				
Test runs needed	1				
Recommended maximum char length from bottom	2,5 m				
NOTE 1 The different categories are not necessarily related to different safety levels in actual cable installations. Category A F/R is intended for special cable designs used in particular installations. Categories A, B, C and D are for general use where different non-metallic volumes are applicable.					
NOTE 2 The corresponding EN standards are EN 50266-1, EN 50266-2-1, EN 50266-2-2, EN 50266-2-3, EN 50266-2-4, and EN 50266-2-5.					
^a The apparatus is defined in IEC 60332-3-10.					
^b "NMV" is non-metallic volume.					

Tableau 2 – Résumé et comparaison des méthodes d'essai non-CEI sur échelles verticales

	IEEE 383 [18]	ICEA T-29-520 [19]	CSA-FT4 [20]	IEEE 1202 [21]	ASTM D 5537 [22] Protocole A UL 1685 [23] Protocole UL a	ASTM D 5537 [22] Protocole B UL 1685 [23] Protocole CSA a	CEI 20-22/2 [25]
Puissance du brûleur en kW (approx.)	21	62	21	21	21	21	30 ^b
Temps d'application de la flamme en min	20	20	20	20	20	20	60 ^{c,d}
Source alternative	Chiffon huileux	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Position du brûleur ^e	610 mm 76 mm en arrière	300 mm 200 mm en arrière	300 mm 75 mm en avant	305 mm 76 mm en avant	457 mm 76 mm en arrière	457 mm 76 mm en avant	200 mm 50 mm en avant et en arrière ^d
Angle du brûleur	Horizontal	Horizontal	20° vers le haut	20° vers le haut	Horizontal	20° vers le haut	Horizontal
Longueur de l'échelle en m	2,44	2,44	3,0	3,0	2,44	2,44	4,5
Largeur de l'échelle en m	0,305	0,305	0,3	0,305	0,305	0,3	0,5
Longueur de l'éprouvette en m	2,44	2,44	2,3	2,3	2,44	2,44	4,5
Largeur de l'éprouvette en m et techniques de montage	0,15 devant unique- ment	0,15	0,25 devant unique- ment	full devant unique- ment	0,15 devant unique- ment	0,25 devant uniquement	0,20 devant et derrière
Câbles en faisceaux	Non	Non	Si $D < 13$ mm	Si $D < 13$ mm	Non	Si $D < 13$ mm	Montage serré sans espace
Enceinte d'essai spécifiée	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Débit d'air prescrit	Non applicable	Non applicable	$> 0,17$ m ³ /s	0,65 m ³ /s	0,65 m ³ /s	0,65 m ³ /s	0,167 m ³ /s
Nombre d'essais à réaliser	3	2	2	2 × 2 ^f	1	1	1
Longueur maximale de résidu carbonneux à partir du sol en m	2,44	2,44	1,786 ^{g,h}	1,786 ^g	2,44 (UL) ^j Pas d'exigence (ASTM)	1,786 (UL) ^{g,i} Pas d'exigence (ASTM)	4,1

^a La UL 1685 et l'ASTM D 5537 contiennent toutes les deux 2 protocoles d'essai. Le protocole A de l'ASTM D 5537 est équivalent au protocole UL de la UL 1685 et le protocole B de l'ASTM D 5537 est équivalent au protocole CSA de la UL 1685. Les deux essais sont utilisés pour mesurer la propagation des flammes, le dégagement de chaleur et de fumée. Les deux mêmes protocoles d'essai sont utilisés dans l'ASTM D 5424 [24] mais pour la mesure de la propagation des flammes et l'obscurcissement provoqué par la fumée uniquement. Les normes d'essais au feu ASTM ne contiennent pas de critères d'acceptation/de refus. Lorsqu'un câble est soumis aux essais selon la UL 1685 et satisfait aux critères de propagation de la flamme, de dégagement de chaleur et de fumée, il est classé câble "à faible émission de fumée".

^b Four électrique, à deux panneaux radiants face à face (500 mm × 500 mm), pas de flamme.

^c Pour le montage, se référer à la section correspondante de la CEI 60332-3.

^d La source d'allumage est un four électrique réglé à une distance minimale de la surface du câble.

^e Hauteur à partir du bas, distance à partir de la surface de l'éprouvette.

Table 2 – Summary and comparison of non-IEC vertical ladder test methods

	IEEE 383 [18]	ICEA T-29-520 [19]	CSA-FT4 [20]	IEEE 1202 [21]	ASTM D 5537 [22] Protocol A UL 1685 [23] UL Protocol a	ASTM D 5537 [22] Protocol B UL 1685 [23] CSA Protocol a	CEI 20-22/2 [25]
Burner power in kW (approx.)	21	62	21	21	21	21	30 ^b
Flame application time in min	20	20	20	20	20	20	60 c,d
Alternate source	Oily rag	No	No	No	No	No	No
Burner placement ^e	610 mm 76 mm in back	300 mm 200 mm in back	300 mm 75 mm in front	305 mm 76 mm in front	457 mm 76 mm in back	457 mm 76 mm in front	200 mm 50 mm front and rear ^d
Angle of burner	Horizontal	Horizontal	20° up	20° up	Horizontal	20° up	Horizontal
Ladder length in m	2,44	2,44	3,0	3,0	2,44	2,44	4,5
Ladder width in m	0,305	0,305	0,3	0,305	0,305	0,3	0,5
Test specimen length in m	2,44	2,44	2,3	2,3	2,44	2,44	4,5
Width of test specimen in m and mounting techniques	0,15 front only	0,15	0,25 front only	full front only	0,15 front only	0,25 front only	0,20 front and back
Cables to be bundled	No	No	If $D < 13$ mm	If $D < 13$ mm	No	If $D < 13$ mm	Mounted flush, with no spaces
Test enclosure specified	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Required air flow rate	Not applicable	Not applicable	$> 0,17$ m^3/s	$0,65 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,65 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,65 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,167 \text{ m}^3/\text{s}$
Test runs needed	3	2	2	2×2 ^f	1	1	1
Maximum char length from bottom in m	2,44	2,44	1,786 ^{g,h}	1,786 ^g	2,44 (UL) ^j No require- ment (ASTM)	1,786 (UL) ^{g,i} No require- ment (ASTM)	4,1

^a Both UL 1685 and ASTM D 5537 contain 2 test protocols. Protocol A of ASTM D 5537 is equivalent to the UL protocol of UL 1685, and protocol B of ASTM D 5537 is equivalent to the CSA protocol of UL 1685. Both tests are used to measure flame spread, heat release and smoke release. The same two test protocols are used in ASTM D 5424 [24] but for the measurement of flame spread and smoke obscuration only. ASTM fire test standards do not contain pass/fail criteria. When a cable is tested to UL 1685 and meets the flame spread, heat release and smoke release criteria, it is classified as a "limited smoke" cable.

^b Electrical oven, two radiant plates facing (500 mm × 500 mm), no flames.

^c The mounting refers to the relevant section of IEC 60332-3.

^d The ignition source is an electrical oven set at a minimum distance from the cable surface.

^e Height above bottom, distance from test specimen surface.

Tableau 2 (suite)

f	Deux sur chaque différente taille de l'éprouvette.
g	La longueur de résidu charbonneux de 1,5 m est mesurée à partir du niveau horizontal du brûleur.
h	La norme CSA FT4 contient également des critères d'acceptation/de rejet pour l'obscurcissement par la fumée comme suit: la vitesse de crête de dégagement de fumée ne doit pas dépasser $0,40 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ et la quantité totale de fumée dégagée ne doit pas dépasser 150 m^2 , ce qui donne un listing de ST 1.
i	Un câble qui satisfait au critère de propagation de flamme pour la UL 1685 (protocole UL) donné dans le tableau sera classé "UL/à faible émission de fumée" s'il satisfait aussi au critère suivant d'acceptation/de rejet pour l'obscurcissement par la fumée: la vitesse de crête de dégagement de fumée ne doit pas dépasser $0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ et la quantité totale de fumée dégagée ne doit pas dépasser 95 m^2 .

4.2.2.4 Répétabilité et reproductibilité

Aucune donnée connue disponible.

4.2.2.5 Pertinence des résultats d'essai

Cette méthode est utilisée pour déterminer la propagation des flammes et la longueur du résidu charbonneux (qui est utilisée pour représenter la propagation des flammes). Les données de cet essai peuvent être utilisées pour le contrôle de la qualité, pour l'évaluation du produit et pour la recherche et le développement de produits.

4.2.3 Essai de combustion verticale des câbles montants – UL 1666 [26]

4.2.3.1 But et principe

Cette méthode est utilisée pour évaluer la propagation de la flamme dans la colonne montante, entre les étages.

Les câbles sont installés verticalement, l'allumage est effectué au moyen d'un brûleur à gaz. La propagation de la flamme est contrôlée visuellement, la température du niveau suivant est mesurée.

4.2.3.2 Epreuve

Les éprouvettes sont des longueurs de câbles de puissance, de télécommunication ou de câbles à fibres optiques.

4.2.3.3 Méthode d'essai

Les éprouvettes d'essai sont installées verticalement sur une colonne montante simulée et sont allumées au moyen d'un brûleur à propane. La propagation visuelle de la flamme et la température de la partie supérieure de l'enceinte sont surveillées. La durée de l'essai est de 30 min.

4.2.3.4 Répétabilité et reproductibilité

Aucune donnée connue disponible.

4.2.3.5 Pertinence des résultats d'essai

Sur le plan de la réglementation, cette méthode est utilisée pour déterminer la propagation de la flamme et l'augmentation de la température.

Les résultats de ces essais peuvent être utilisés pour évaluer la contribution au risque du feu global, pour la recherche et le développement de produits.

Table 2 (continued)

f	Two each on two different sizes of test specimens.
g	The char length of 1,5 m is measured from the horizontal height line of the burner.
h	The CSA FT4 standard also contains pass/fail criteria for smoke obscuration as follows: peak smoke release rate not to exceed $0,40 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ and total smoke released not to exceed 150 m^2 , which yields a listing of ST 1.
i	A cable that meets the flame spread criteria for UL 1685 (UL protocol) shown in the table will be classified as "limited smoke/UL" if it also meets the following pass/fail criteria for smoke obscuration: peak smoke release rate not to exceed $0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ and total smoke released not to exceed 95 m^2 .

4.2.2.4 Repeatability and reproducibility

No data are known to be available.

4.2.2.5 Relevance of test data

This method is used to determine flame spread or char length (which is used to represent flame spread). Data from the test may be used for quality control, for product evaluation, and for research and product development.

4.2.3 Vertical burning test for riser cables – UL 1666 [26]

4.2.3.1 Purpose and principle

This method is used to evaluate flame between floors through a riser shaft.

Cables are mounted vertically and ignited by a gas burner. The flame spread is monitored visually and by temperature measurement to the next floor level.

4.2.3.2 Test specimen

The test specimens are lengths of power, communications or optical fibre cables.

4.2.3.3 Test method

The test specimens are mounted vertically in a simulated riser shaft and are ignited by a propane gas burner. The visual flame spread and temperature in the upper chamber are monitored. The duration of the test is 30 min.

4.2.3.4 Repeatability and reproducibility

No data are known to be available.

4.2.3.5 Relevance of test data

This method is used for determining the flame spread or temperature increase for regulatory purposes.

Data from these test may be used as input to evaluate the contribution to the overall fire hazard, and for research and product development.

4.2.4 Essai de propagation horizontale de la flamme – EN 50289-4-11 et NFPA 262

Une norme européenne et plusieurs normes nationales sont fondées sur cette méthode; EN 50289-4-11 [27] et NFPA 262 [28].

4.2.4.1 But et principe

Cette méthode d'essai fournit des mesures de propagation de la flamme en surface pour des fils et des câbles destinés à être utilisés dans des espaces horizontaux encastrés.

Les éprouvettes sont allumées et la propagation de la flamme en surface est mesurée.

4.2.4.2 Eprouvette

L'éprouvette est constituée de longueurs de fils ou de câbles.

4.2.4.3 Méthode d'essai

Les éprouvettes sont installées côte à côte sur toute la largeur de l'échelle pour former une seule couche, elles sont allumées avec un brûleur à gaz.

La propagation en surface de la flamme est déterminée par mesurage du déplacement du front de flamme, à travers les fenêtres espacées.

La durée de l'essai est de 20 min.

4.2.4.4 Répétabilité et reproductibilité

Des essais interlaboratoire d'évaluation selon la NFPA 262 ont été réalisés. Les résultats de ces essais sont donnés à l'Annexe C.

4.2.4.5 Pertinence des résultats d'essai

Cette méthode d'essai est utilisée pour la détermination de la propagation des flammes à des fins réglementaires au Canada, aux Etats-Unis et au Mexique.

Les résultats de ces essais peuvent être utilisés pour évaluer la contribution au risque du feu global, pour la recherche et le développement de produits.

4.2.4 Horizontal flame spread test for cables – EN 50289-4-11 and NFPA 262

A European and several national standards are based on this method; EN 50289-4-11 [27] and NFPA 262 [28].

4.2.4.1 Purpose and principle

This test method provides measurements of the surface spread of flame for wires and cables intended for use in horizontal concealed spaces.

The test specimens are ignited and the surface spread of flame is measured.

4.2.4.2 Test specimen

The test specimen consists of lengths of wires or cables.

4.2.4.3 Test method

The test specimens are laid side by side to form a single layer across the full width of a ladder and are ignited with a gas burner.

The surface spread of flame is determined by measuring the movement of the flame front through windows spaced at intervals.

The duration of the test is 20 min.

4.2.4.4 Repeatability and reproducibility

Interlaboratory evaluation tests of NFPA 262 have been conducted. Data from these tests are given in Annex C.

4.2.4.5 Relevance of test data

This test method is used for determining flame spread for regulatory purpose in Canada, United States and Mexico.

Data from these tests may be used as input to evaluate the contribution to the overall fire hazard, and for research and product development.

Annexe A (informative)

Données sur la répétabilité et la reproductibilité – ISO 5658-2

Un essai interlaboratoire a été réalisé au cours duquel des lots réitérés de six matériaux ont été soumis aux essais. Une sélection des résultats de cet essai est donnée au Tableau A.1.

Tableau A.1 – Résultats d'essai interlaboratoire selon ISO 5658-2

Matériau	Paramètre ^a	No. de laboratoires	Moyenne <i>m</i>	Répétabilité <i>r</i>	Reproductibilité <i>R</i>
Poly (methyl methacrylate)	HSB	7	2,02	0,19	0,45
Contre-plaqué avec couche en bouleau	CIE	8	3,43	2,25	3,60
	HSB	8	1,90	0,51	0,70
Contre-plaqué résistant au feu	CIE	8	11,30	5,17	6,19
	HSB	6	1,49	0,41	0,43
Plaque de plâtre recouverte de PVC	CIE	6	23,70	2,20	7,98
	HSB	6	2,73	1,18	1,71
Polystyrène expansé sur plaque en silicate de calcium	CIE	7	13,80	6,63	11,70
	HSB	7	8,63	2,77	4,86
GRP phénolique	CIE	5	35,10	12,30	15,50
	HSB	5	11,15	4,57	8,53
^a HSB = Heat for sustained burning (chaleur pour combustion soutenue) et elle est exprimée en MJ/m ² . CIE = Critical heat flux at extinguishment (flux thermique critique à l'extinction) et il est exprimé en kW/m ² .					