

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60695-9-1

Deuxième édition
Second edition
2005-09

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Essais relatifs aux risques du feu –

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

Fire hazard testing –

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60695-9-1:2005

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60695-9-1

Deuxième édition
Second edition
2005-09

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Essais relatifs aux risques du feu –

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

Fire hazard testing –

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

© 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

N

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	10
4 Principes de la propagation des flammes	18
4.1 Liquides	18
4.2 Solides	18
5 Considérations pour la sélection des méthodes d'essai	20
5.1 Scénario feu	20
5.2 Sources d'allumage	20
5.3 Types d'éprouvettes	20
5.4 Procédure et appareillage d'essai	22
5.5 Techniques de mesure	22
5.5.1 Mesure directe	22
5.5.2 Mesure indirecte	22
6 Utilisation et interprétation des résultats	22
Bibliographie	26

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions	11
4 Principles of flame spread.....	19
4.1 Liquids	19
4.2 Solids	19
5 Consideration for the selection of test methods	21
5.1 Fire scenario	21
5.2 Ignition sources	21
5.3 Types of test specimen	21
5.4 Test procedure and apparatus	23
5.5 Measurement techniques	23
5.5.1 Direct measurement.....	23
5.5.2 Indirect measurement.....	23
6 Use and interpretation of results	23
Bibliography.....	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

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

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 Norme internationale CEI 60695-9-1 a été établie par le comité d'études 89 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu.

Cette deuxième édition de la CEI 60695-9-1 annule et remplace la première édition publiée en 1998 dont elle constitue une révision technique.

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

- une introduction révisée;
- l'ajout d'une liste de définitions pertinentes;
- une révision éditoriale détaillée de tout le document;
- un nouvel Article 5 consacré aux scénarios feu.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –

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

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.

International Standard IEC 60695-9-1 has been prepared by IEC technical committee 89: Fire hazard testing.

This second edition of IEC 60695-9-1 cancels and replaces the first edition of IEC 60695-9-1 published in 1998, and constitutes a technical revision.

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

- a revised introduction;
- the addition of a list of pertinent definitions;
- comprehensive editorial revision throughout document;
- new Clause 5 dealing with fire scenarios.

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

Le texte de cette norme est basé sur les documents suivants :

FDIS	Rapport de vote
89/716/FDIS	89/726/RVD

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

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

La CEI 60695-9-1 doit être utilisée conjointement avec la CEI 60695-9-2.

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

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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

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

FDIS	Report on voting
89/716/FDIS	89/726/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard 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.

IEC 60695-9-1 is to be used in conjunction with IEC 60695-9-2.

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

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Les feux sont à l'origine de risques pour la vie et le matériel, résultant de la formation de chaleur (risques thermiques) et également d'effluents toxiques, d'effluents corrosifs et de fumée (risques non thermiques). Le risque du feu augmente avec la surface d'allumage conduisant, dans certains cas, à un embrasement éclair et à un feu développé. Cela constitue un scénario typique des incendies d'immeuble.

La propagation de flammes en surface au-delà de la surface d'allumage est le résultat de la création d'un front de pyrolyse sur la surface du matériel, en avant du front de flammes, résultant de l'échauffement par la flamme et les sources externes de chaleur. Le front de pyrolyse est la limite entre le matériau pyrolysé et le matériau non pyrolysé sur la surface du matériau. Des vapeurs combustibles sont produites dans la région du matériau pyrolysé qui se mélangent avec l'air et qui prennent feu, créant ainsi le front de flammes.

La vitesse de propagation de flammes en surface est la distance parcourue par le front de flammes divisée par le temps nécessaire pour parcourir cette distance. La vitesse de propagation de flammes en surface dépend de la chaleur externe fournie et/ou de la flamme du matériau en train de brûler en avant de la zone d'incendie et de la facilité d'allumage. La facilité d'allumage dépend des valeurs minimales de la température d'allumage, de l'épaisseur, de la densité, de la chaleur spécifique et de la conductivité thermique du matériau. La chaleur fournie par la flamme dépend du débit thermique, de l'orientation de l'échantillon, de la vitesse et de la direction de l'air, par rapport à la direction de propagation de flammes en surface. En général, les matériaux présentent l'un des types de propagation de flammes en surface suivants:

- a) non propagation: il n'y a pas de propagation de la flamme au-delà de la zone d'allumage;
- b) décélération de la propagation: la propagation de la flamme s'arrête avant d'atteindre l'extrémité de la surface du matériau; et
- c) propagation: la flamme se propage au-delà de la zone d'allumage et finit par affecter la surface entière du matériau.

Les propriétés des matériaux qui sont utilisés pour décrire le comportement de la propagation de flammes en surface sont associées au préchauffage de la surface et à la pyrolyse, à la production de vapeurs, au mélange de vapeurs et d'air, à l'allumage, à la combustion de mélanges et à la production de chaleur et à des produits de combustion. Les retardateurs de flammes et les traitements de surface sont utilisés pour modifier le comportement de la propagation de flammes en surface. Les facteurs nécessaires à prendre en considération pour l'évaluation du comportement de la propagation de flammes en surface des matériaux sont

- a) le scénario feu (orientation de la surface, ventilation, source d'allumage, etc.);
- b) les techniques de mesure (voir 5.5) ; et
- c) l'utilisation et l'interprétation des résultats obtenus.

INTRODUCTION

Fires are responsible for creating hazards to life and property as a result of the generation of heat (thermal hazard), and also toxic effluent, corrosive effluent and smoke (non-thermal hazard). Fire hazard increases with the burning area leading in some cases to flash-over and a fully developed fire. This is a typical fire scenario in buildings.

The surface spread of flame beyond the area of ignition occurs as a result of the creation of a pyrolysis front on the surface of the material, ahead of the flame front, arising from the heating by the flame and external heat sources. The pyrolysis front is the boundary between pyrolysed material and unpyrolysed material on the surface of the material. Combustible vapours are generated within the region of pyrolysed material which mix with air and ignite, creating the flame front.

The surface spread of flame rate is the distance travelled by the flame front divided by the time required to travel that distance. The surface spread of flame rate depends on the heat supplied externally and/or by the flame of the burning material ahead of the burning zone and on the ease of ignition. The ease of ignition is a function of the minimum ignition temperature, thickness, density, specific heat, and thermal conductivity of the material. The heat supplied by the flame depends on the heat release rate, specimen orientation, air flow rate and air flow direction relative to the surface spread of flame direction. In general, materials show one of the following types of surface spread of flame behaviour:

- a) non-propagation: there is no flame propagation beyond the area of ignition;
- b) decelerating propagation: flame propagation stops before reaching the end of the surface of the material; and
- c) propagation: flame propagates beyond the area of ignition and eventually affects the entire surface of the material.

Properties of the materials that are used to describe the surface spread of flame behaviour are associated with surface preheating and pyrolysis, generation of vapours, mixing of the vapours with air, ignition, combustion of the mixture and generation of heat and combustion products. Flame retardants and surface treatments are used to modify the surface spread of flame behaviour. Factors that need to be considered for the assessment of the surface spread of flame behaviour of materials are

- a) the fire scenario (surface orientation, ventilation, ignition source, etc.);
- b) measurement techniques (see 5.5); and
- c) the use and interpretation of results obtained.

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60695 fournit les lignes directrices générales pour l'évaluation de la propagation de flammes en surface des produits électrotechniques et des matériaux à partir desquels ils sont faits.

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

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

Guide ISO/CEI 51:1999, *Aspect liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

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

ISO 2592:2000, *Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland à vase ouvert*

3 Termes et définitions

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

3.1

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]

3.2

surface endommagée

somme des surfaces d'un objet affectées par le feu d'une manière permanente dans des conditions spécifiées

NOTE 1 Elle est exprimée en mètres carrés.

FIRE HAZARD TESTING –

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

1 Scope

This part of IEC 60695 provides guidance for the assessment of surface spread of flame for electrotechnical products and the materials from which they are formed.

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

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

ISO/IEC Guide 51:1999, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

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

ISO 2592:2000, *Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*

3 Terms and definitions

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

3.1

combustion

exothermic reaction of a substance with an oxidizer

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

[ISO/IEC 13943, definition 23]

3.2

damaged area

total of those surface areas which have been affected permanently by fire under specified conditions

NOTE 1 It is expressed in square metres.

NOTE 2 Il convient que les utilisateurs de ce terme spécifient les types de dommages à prendre en considération. Cela pourrait comprendre, par exemple, perte de matière, déformation, ramollissement, fusion, carbonisation, combustion, pyrolyse ou attaque chimique.

[ISO/CEI 13943, définition 27]

3.3

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.

3.4

longueur brûlée

longueur maximale d'un matériau détruite par combustion ou par 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]

3.5

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;

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

[CEI 60695-4, définition 3.19]

3.6

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]

3.7

point de feu

température minimale à laquelle un produit soumis à une petite flamme présentée à sa surface dans des conditions d'essai normalisées s'allume et continue à brûler pendant un temps spécifié

NOTE En anglais, le terme "fire point" a aussi une autre signification, c'est-à-dire un emplacement où le matériel de lutte contre l'incendie est placé et qui peut comprendre aussi un point d'appel d'alarme incendie et les instructions à suivre en cas d'incendie.

3.8

scénario feu

description détaillée des conditions, y compris de l'environnement, dans lesquelles se déroulent une ou plusieurs des 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]

3.9

flamme (nom)

zone de combustion en phase gazeuse généralement avec émission de lumière

[ISO/CEI 13943, définition 60]

NOTE 2 Users of this term should specify the types of damage to be considered. This could include, for example, loss of material, deformation, softening, melting, charring, combustion, pyrolysis or chemical attack.

[ISO/IEC 13943, definition 27]

3.3

damaged length

the 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.

3.4

extent of combustion

the 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]

3.5

fire

- a) a process of combustion characterized by the emission of heat and effluent accompanied by smoke, and/or flame, and/or glowing;
- b) rapid combustion spreading uncontrolled in time and space

[IEC 60695-4, definition 3.19]

3.6

fire hazard

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

[IEC 60695-4, definition 3.26]

3.7

fire point

lowest temperature at which a product ignites and continues to burn for a specified time after a small flame has been applied to its surface under standardized test conditions

NOTE In some countries, the term fire point has an additional meaning, i.e. a location where fire fighting equipment is sited which may also comprise a fire-alarm call-point and fire instruction notices.

3.8

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]

3.9

flame (noun)

zone of combustion in the gaseous phase, usually with emission of light

[ISO/IEC 13943, definition 60]

3.10

front de flamme

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

[CEI 60695-4, définition 3.34]

3.11

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 flammes ne supprime pas nécessairement le feu.

[ISO/CEI 13943, définition 65]

3.12

propagation de flamme

propagation d'un front de flamme

[CEI 60695-4, définition 3.36]

3.13

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]

3.14

point d'éclair

température minimale à laquelle il faut porter un produit pour que les vapeurs émises s'allument momentanément en présence d'une flamme, dans des conditions d'essai spécifiées

NOTE Il est exprimé en °C

[CEI 60695-4, définition 3.43]

3.15

feu développé

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

[ISO/CEI 13943, définition 80]

3.16

éclairage énergétique

quantité d'énergie thermique émise, transmise ou reçue par unité de surface et de temps

NOTE Il est exprimé en watts par mètre carré.

[ISO/CEI 13943, définition 85]

3.17

débit thermique

énergie thermique dégagée par unité de temps dans un incendie ou un essai d'incendie

NOTE Les unités types sont les watts.

3.10**flame front**

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

[IEC 60695-4, definition 3.34]

3.11**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]

3.12**flame spread**

propagation of a flame front

[IEC 60695-4, definition 3.36]

3.13**flash-over**

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

[IEC 60695-4, definition 3.42]

3.14**flashpoint**

the minimum temperature to which a product must be heated for the vapours emitted to ignite momentarily in the presence of flame, under specified test conditions

NOTE It is expressed in °C.

[IEC 60695-4, definition 3.43]

3.15**fully developed fire**

state of total involvement of combustible materials in a fire

[ISO/IEC 13943, definition 80]

3.16**heat flux**

amount of thermal energy emitted, transmitted or received per unit area and unit time

NOTE It is expressed in watts per square metre.

[ISO/IEC 13943, definition 85]

3.17**heat release rate**

thermal energy released per unit time in a fire or fire test

NOTE The typical units are watts.

3.18

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]

3.19

source d'allumage

source d'énergie qui provoque une combustion

[ISO/CEI 13943, définition 97]

3.20

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 qu'elle est définie dans la méthode d'essai

NOTE L'allumage requiert un volume suffisant de gaz inflammable et d'oxydant (air). La combustion soutenue nécessite 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]

3.21

pyrolyse

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

[CEI 60695-4, définition 3.70]

3.22

front de pyrolyse

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

[CEI 60695-4, définition 3.71]

3.23

propagation de flamme(s) en surface

propagation d'une ou de flammes à partir de la source d'allumage sur la surface d'un liquide ou d'un solide

[ISO/CEI 13943, définition 160]

3.24

vitesse de propagation de flamme(s) en surface

distance parcourue par la propagation de flamme(s) en surface, par unité de temps, dans des conditions d'essais spécifiées

3.25

inertie thermique

produit de la conductivité thermique, de la densité et de la capacité thermique spécifique

NOTE 1 Lorsqu'un matériau est exposé à un éclaircissement énergétique, la vitesse d'augmentation de la température de surface dépend fortement de la valeur de l'inertie thermique du matériau. La température de surface des matériaux à faible inertie thermique augmente rapidement lorsqu'ils sont chauffés et vice et versa.

NOTE 2 Les unités types sont $J^2 \cdot s^{-1} \cdot m^{-4} \cdot K^{-2}$.

3.18**ignition**

initiation of combustion

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

[ISO/IEC 13943, definition 96]

3.19**ignition source**

source of energy that initiates combustion

[ISO/IEC 13943, definition 97]

3.20**ignition temperature (minimum)**

the (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]

3.21**pyrolysis**

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

[IEC 60695-4, definition 3.70]

3.22**pyrolysis front**

boundary of pyrolysis at the surface of a material

[IEC 60695-4, definition 3.71]

3.23**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]

3.24**surface spread of flame rate**

distance travelled by the surface spread of flame, per unit time, under specified test conditions

3.25**thermal inertia**

product of thermal conductivity, density and specific heat capacity

NOTE 1 When a material is exposed to a heat flux, the rate of increase in surface temperature depends strongly on the value of the thermal inertia of the material. The surface temperature of materials with a low thermal inertia rises quickly when they are heated, and vice versa.

NOTE 2 The typical units are $\text{J}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{K}^{-2}$.

4 Principes de la propagation des flammes

4.1 Liquides

La propagation de la flamme sur la surface d'un liquide est régie par le point d'éclair et les points de feu des liquides. Le point d'éclair est la température minimale à laquelle il faut porter le liquide pour que les vapeurs émises s'allument momentanément en présence d'une flamme, dans des conditions d'essai spécifiées. Dans ce cas, le point d'éclair est mesuré suivant l'ISO 2592 (Méthode Cleveland, à vase ouvert).

NOTE La définition de la méthode d'essai est importante parce que la propagation de la flamme est décrite pour une surface de liquide ouverte pour laquelle l'ISO 2592 est applicable. La méthode alternative de mesure du point d'éclair décrite dans l'ISO 2719 (Méthode Pensky-Martens en vase clos) qui est citée dans les normes CEI pour les liquides isolants mesure le point d'éclair dans un espace confiné et elle est censée détecter de faibles quantités de matières volatiles. Le point d'éclair mesuré de cette façon est très inférieur à celui obtenu avec l'ISO 2592.

Le point de feu est la température à laquelle le liquide ne prendra pas uniquement feu, mais continuera également à brûler. La vitesse de propagation de flammes en surface augmente lorsque le liquide est chauffé jusqu'à son point d'éclair. La vitesse de propagation de flammes en surface est déterminée par les paramètres de la phase gazeuse lorsque la température du liquide est supérieure à celle de son point d'éclair et par les paramètres de la phase liquide lorsque le liquide est à une température inférieure à celle de son point d'éclair. Les paramètres de la phase gazeuse incluent les effets de mouvement d'air, de flammes et de rayonnement thermique. Les paramètres de la phase liquide incluent des mouvements de convection dans le fluide, la tension superficielle et la viscosité du liquide.

4.2 Solides

La propagation de flammes sur une surface solide est toujours associée au débit d'air causé par les facteurs externes (vent et ventilation) et par les flux d'air induits par la flamme elle-même. Le débit d'air, de direction opposée à la direction de la propagation de flammes en surface (flux opposé), réduit la vitesse de propagation de flammes en surface et le flux d'air, dans la même direction que la propagation de flammes en surface (aidé par le vent), augmente la vitesse de propagation de flammes en surface.

Pour les échantillons verticaux avec allumage à la partie inférieure, la flamme se déplace vers le sommet et elle est définie comme la propagation ascendante de flammes en surface. Pour les échantillons verticaux avec allumage au sommet, la flamme se déplace vers le bas et ce comportement est défini comme la propagation descendante de flammes en surface. Pour des éprouvettes horizontales, la flamme se déplace latéralement à partir de la zone d'allumage et ce comportement est défini comme la propagation latérale de flammes en surface.

Après l'allumage de l'éprouvette, la propagation des flammes interviendra si la flamme transfère un éclairement énergétique suffisant, essentiellement sous forme de rayonnement thermique, à l'avant du front de pyrolyse de manière à continuer la pyrolyse et l'allumage à une vitesse suffisante.

L'amplitude de l'éclairement énergétique transféré à l'avant du front de pyrolyse dépend du débit thermique de l'éprouvette, alors que la résistance à l'allumage dépend de la température d'allumage minimale de l'éprouvette et de la vitesse d'échauffement de la surface.

La vitesse d'échauffement de la surface dépend, à son tour, d'un certain nombre de propriétés de l'éprouvette:

- a) l'épaisseur;
- b) la conductivité thermique (k);
- c) la densité (ρ);
- d) la chaleur spécifique (c).

4 Principles of flame spread

4.1 Liquids

The surface spread of flame over a liquid surface is governed by the flash and fire points of the liquids. The flash point is the minimum temperature to which the liquid must be heated for the vapours emitted to ignite momentarily in the presence of a flame under specified test conditions. In this case, flash point is measured according to ISO 2592 (Cleveland open cup).

NOTE Defining the test method is important because the flame spread is described over an open liquid surface, for which ISO 2592 is applicable. The alternative method of measuring flash point, described in ISO 2719 (Pensky – Martens closed cup) which is cited in IEC standards for insulating liquids, measures flash point in a confined space and is intended to detect minor amounts of volatile material. Flash point measured in this way is significantly lower than by ISO 2592.

Fire point is the temperature at which the liquid will not only ignite but will continue to burn. The surface spread of flame rate increases as the liquid is heated up to its flash point. The surface spread of flame rate is determined by gas phase parameters when the temperature of the liquid is greater than that of its flash point and by liquid phase parameters when the liquid is at a temperature lower than that of its flash point. Gas phase parameters include the effects of air flow, flame and thermal radiation. Liquid phase parameters include convective fluid motion, surface tension and the viscosity of the liquid.

4.2 Solids

The surface spread of flame over a solid surface is always associated with air flow, caused by external factors (wind and ventilation) and by air flows induced by the flame itself. Air flowing in the opposite direction to that of the surface spread of flame (opposed flow) reduces the surface spread of flame rate and the air flow in the same direction as the surface spread of flame (wind-aided) enhances the surface spread of flame rate.

For vertical test specimens with ignition at the bottom, the flame moves towards the top and is defined as the upward surface spread of flame. For vertical test specimens with ignition at the top, the flame moves towards the bottom, and this behaviour is defined as the downward surface spread of flame. For horizontal test specimens, the flame moves sideways away from the area of ignition, and this behaviour is defined as the lateral surface spread of flame.

After ignition of the test specimen, flame propagation will occur if the flame transfers sufficient heat flux, mostly as thermal radiation, ahead of the pyrolysis front so as to continue pyrolysis and ignition at a sufficient rate.

The magnitude of the heat flux transferred ahead of the pyrolysis front depends on the heat release rate of the test specimen, whereas the resistance to ignition is a function of the minimum ignition temperature of the test specimen and the rate of heating of the surface.

The rate of heating of the surface is, in turn, a function of a number of properties of the test specimen:

- a) thickness;
- b) thermal conductivity (k);
- c) density (ρ);
- d) specific heat (c).

Dans une éprouvette épaisse, le matériau qui se trouve sous la surface est capable de dissiper la chaleur, ce qui réduit ainsi la vitesse d'échauffement de la surface et augmente la résistance à l'allumage. Dans une éprouvette de faible épaisseur, cela est impossible et la résistance à l'allumage est donc inférieure.

Le produit *kpc* est connu comme étant l'"inertie thermique". Si l'inertie thermique est élevée, par exemple dans le cas d'un métal solide, la vitesse d'échauffement de la surface sera relativement faible et par conséquent il faudra une durée relativement longue pour atteindre la température d'allumage. Si l'inertie thermique est élevée, par exemple dans le cas d'un métal solide, la vitesse d'échauffement de la surface sera relativement faible et par conséquent, il faudra une durée relativement longue pour atteindre la température d'allumage.

L'ISO/TR 5658-1 donne des lignes directrices détaillées supplémentaires concernant la propagation de flammes sur les solides.

5 Considérations pour la sélection des méthodes d'essai

5.1 Scénario feu

Il convient que la ou les méthodes d'essai choisies soient appropriées au scénario feu considéré. Les paramètres importants à prendre en compte comprennent

- a) la configuration de l'éprouvette, y compris la présence de bords, de coins ou de joints,
- b) l'orientation de la surface,
- c) la direction de propagation des flammes,
- d) la vitesse et la direction du flux d'air,
- e) la nature et l'emplacement de la source d'allumage,
- f) l'amplitude et l'emplacement de tout éclairage énergétique externe,
- g) le fait que le matériau inflammable soit un solide ou un liquide.

5.2 Sources d'allumage

Il convient que la source d'allumage utilisée dans un essai de laboratoire soit adaptée au scénario feu considéré. Dans le cas du risque de feu des équipements électrotechniques, deux types de source d'allumage sont importants:

- a) à partir d'une localisation inhabituelle de sources internes de chaleur excessive dans des équipements électrotechniques et des appareillages,
- b) à partir de sources de flammes ou de chaleur excessive qui sont externes aux équipements électrotechniques et aux appareillages.

5.3 Types d'éprouvettes

L'éprouvette peut être un produit manufacturé, un composant d'un produit, un produit simulé (représentant une partie d'un produit manufacturé), un matériau de base (solide ou liquide) ou un composite de plusieurs matériaux.

Il convient de limiter les variations de forme, de dimension et de disposition de l'éprouvette.

Certaines éprouvettes peuvent présenter une anisotropie, par exemple les matériaux thermoplastiques extrudés ou moulés. Lorsque l'usage prévu et les pratiques d'installation sont tels qu'une propagation bidirectionnelle du feu présente un danger quant à la sécurité au feu, par exemple boîtiers d'ordinateurs, il convient que de telles éprouvettes soient soumises aux essais dans les deux directions 'x' et 'y'.

NOTE Cette recommandation ne s'applique pas aux produits généralement installés en longueur, avec des structures étroites, par exemple les câbles et les conduits.

In a thick test specimen, material below the surface is able to conduct heat away thus reducing the rate of surface heating and increasing the resistance to ignition. In a thin test specimen this cannot happen and so ignition resistance is lower.

The product kpc is known as 'thermal inertia'. If the thermal inertia is high, for example as in the case of a solid metal, the rate of surface heating will be relatively low and it will therefore take a relatively long time for the ignition temperature to be reached. If the thermal inertia is low, for example as in the case of some foamed plastics or low density combustible materials, the rate of surface heating will be relatively high and it will therefore take a relatively short time for the ignition temperature to be reached.

Further detailed guidance concerning flame spread on solids is given in ISO/TR 5658-1.

5 Consideration for the selection of test methods

5.1 Fire scenario

The test method(s) selected should be relevant to the fire scenario of concern. Important parameters to be considered include:

- a) the geometry of the test specimen, including the presence of edges, corners or joints;
- b) the surface orientation;
- c) the direction of flame propagation;
- d) the rate and direction of air flow;
- e) the nature and position of the ignition source;
- f) the magnitude and position of any external heat flux;
- g) whether the flammable material is a solid or a liquid.

5.2 Ignition sources

The ignition source used in a laboratory test should be relevant to the fire scenario of concern. In the case of the fire hazard of electrotechnical equipment, two types of ignition source are of concern:

- a) from unusual localized, internal sources of excessive heat within electrotechnical equipment and systems;
- b) from sources of flame or excessive heat which are external to electrotechnical equipment and systems.

5.3 Types of test specimen

The test specimen may be a manufactured product, a component of a product, a simulated product (representative of a portion of a manufactured product), a basic material (solid or liquid), or a composite of materials.

Variations in the shape, size and arrangement of the test specimen should be limited.

Some test specimens may exhibit anisotropy, for example extruded or moulded thermoplastic materials. Where the intended usage and installation practice is such that bi-directional spread of fire presents a fire safety hazard, for instance computer housings, such test specimens should be tested in both 'x' and 'y' directions.

NOTE This recommendation does not apply to products typically installed in long, thin configurations, e.g. cables and conduits.

5.4 Procédure et appareillage d'essai

Il convient que la procédure d'essai soit conçue de préférence de telle manière que les résultats puissent être utilisés pour l'analyse de risque. Toutefois, cela peut ne pas être nécessaire dans le cas des essais simples destinés uniquement au contrôle de la qualité ou à des fins réglementaires.

Il convient que l'appareillage d'essai soit capable de soumettre aux essais le produit électrotechnique réel, un produit simulé, un matériau ou un composite, comme cela est décrit en 5.3.

Il convient que l'appareillage d'essai soit capable d'imposer un éclairage énergétique venant d'une source externe de chaleur ou d'une flamme, d'une manière approximativement uniforme sur l'éprouvette dans la zone où l'allumage est censé intervenir.

Il convient que l'appareillage d'essai à éclairage énergétique imposé soit capable d'allumer le mélange gaz-air provenant de l'éprouvette. Un dispositif d'allumage électrique ou une flamme gaz/air à prémélange sont considérés comme satisfaisants.

Il convient que les essais de propagation de flammes en surface sous bonne ventilation soient réalisés en utilisant un débit d'air approprié au scénario feu concerné.

5.5 Techniques de mesure

5.5.1 Mesure directe

L'emplacement du front de flamme est observé visuellement. Il peut être enregistré en fonction du temps ou simplement pour vérifier certains critères de distance d'acceptation/de refus.

5.5.2 Mesure indirecte

Deux méthodes sont employées pour évaluer de manière indirecte la vitesse et l'extension de propagation des flammes.

Une des méthodes consiste à noter si un matériau indicateur a été brûlé ou endommagé. On peut donner comme exemples une languette de papier ou un morceau de coton ou un fil de coton. Ces matériaux indicateurs sont positionnés à des points définis sur ou à proximité de l'éprouvette.

L'autre méthode consiste à noter le positionnement et/ou la quantité de surface carbonisée ou endommagée. Des mesures peuvent être réalisées en fonction du temps ou simplement pour enregistrer certains critères de distance ou de zone d'acceptation/de refus.

Il convient de noter que les méthodes directes et indirectes ne donneront normalement pas des résultats équivalents.

Des corrélations limitées ont été établies entre les résultats de vitesse et d'extension de propagation de flammes en surface utilisant ces deux techniques.

6 Utilisation et interprétation des résultats

La propagation de flammes en surface dépend du comportement du matériau lors de la pyrolyse, de l'allumage et de la combustion. Comme le débit thermique d'un matériel augmente, la propagation de flammes à la surface d'un matériel augmente et de même pour la production de produits de combustion. Par conséquent, pour un feu spécifique, tout ce qui suit augmente: la propagation de flammes en surface, le débit thermique, la formation des produits de combustion, le risque du feu et la difficulté à éteindre le feu.

5.4 Test procedure and apparatus

The test procedure should preferably be designed so that the results can be used for hazard analysis. However, this may not be necessary in the case of simple tests intended only for quality control or regulatory purposes.

The test apparatus should be able to test the actual electrotechnical product, a simulated product, a material or a composite, as described in 5.3.

The test apparatus should be able to impose a heat flux from an external heat source or from a flame, in an approximately uniform fashion to the test specimen in the region where ignition is intended to occur.

The test apparatus with imposed heat flux should be able to ignite the vapour-air mixture emanating from the test specimen. An electrical spark ignitor or a premixed gas-air flame have been found to be suitable.

Tests for surface spread of flame under well-ventilated conditions should be performed using an air flow rate which is relevant to the fire scenario of concern.

5.5 Measurement techniques

5.5.1 Direct measurement

The position of the flame front is observed visually. It may be recorded as a function of time or simply to check some pass/fail distance criterion.

5.5.2 Indirect measurement

Two methods are employed to indirectly assess the rate or amount of flame spread.

One method is to note whether an indicator material has been burned or damaged. Examples are a paper flag, cotton waste or cotton thread. These indicator materials are positioned at defined points on or near the test specimen.

The other method is to note the position and/or amount of charred or damaged surface. Measurements may be made as a function of time or simply to record some pass/fail distance or area criterion.

It should be noted that direct and indirect methods will not normally give equivalent results.

Limited correlations have been established between results for the rate and extent of surface spread of flame using these two techniques.

6 Use and interpretation of results

Surface spread of flame depends on the pyrolysis, ignition, and combustion behaviour of a material. As the heat release rate from a material increases, the surface flame spread over the surface of a material increases and so does the generation of combustion products. Thus, for a specific fire, the following all increase together: the surface spread of flame, the heat release rate, the evolution of combustion products, the fire hazard, and the difficulty in fighting the fire.