

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

Fire performance of communication cables installed in buildings

Tenue au feu des câbles de communications installés dans les bâtiments



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2005 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

Fire performance of communication cables installed in buildings

Tenue au feu des câbles de communications installés dans les bâtiments

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 33.120.20

ISBN 2-8318-8438-1

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	6
1 Domaine d'application et objet.....	10
2 Références normatives.....	10
3 Définitions et abréviations	14
4 Installations classiques des câbles de communications	20
5 Législation et réglementation.....	24
6 Projets de recherche	26
6.1 Recherches sur le feu des câbles.....	26
6.2 Partenariats en technologie [5].....	28
6.3 Partenariats en innovation [6].....	28
6.4 Tenue au feu des câbles électriques [7]	30
6.5 «Seven Dials» [8]	32
6.6 Association de recherche sur le feu de câbles.....	32
6.7 Profession de l'Assurance	34
7 Risques du feu	36
7.1 Approche traditionnelle.....	36
7.2 Etude des risques	38
7.3 Risques courants du feu.....	42
8 Méthodes d'essai	44
8.1 Revue	44
8.2 NFPA 262/EN 50289-4-11.....	44
8.3 Série CEI 60332-3/EN 50266.....	46
8.4 UL 1666.....	46
8.5 UL1685/FT4.....	46
8.6 EN 13823 (SBI).....	48
8.7 Considérations générales des méthodes d'essai	48
8.8 Conclusions de méthodes d'essai.....	50
9 Exigences en tenue au feu.....	50
9.1 Paramètres.....	50
9.2 Chaleur.....	52
9.3 Fumée.....	54
9.4 Propagation.....	54
9.5 Inflammabilité.....	56
9.6 Effets préjudiciables des effluents du feu	56
9.7 Gouttelettes enflammées.....	56
9.8 Toxicité	56
10 Conclusions.....	56
Annexe A (informative) Procédure pour le montage des câbles pour la méthode d'essai de l'EN 13823	60
Annexe B (informative) Installations classiques de câbles de communications.....	62
Annexe C (informative) Risques du feu/installations/applications/méthodes d'essai pour les câbles de communications dans les bâtiments	64

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope and object.....	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions and abbreviations	15
4 Typical communication cable installations	21
5 Legislation and regulation.....	25
6 Research projects	27
6.1 Cable fire research.....	27
6.2 Partners in Technology [5].....	29
6.3 Partners in Innovation [6]	29
6.4 Fire Performance of Electric Cables (FIPEC) [7].....	31
6.5 Seven Dials [8].....	33
6.6 Cable Fire Research Association.....	33
6.7 Insurance Industry.....	35
7 Fire hazards	37
7.1 Traditional approach.....	37
7.2 Hazard considerations.....	39
7.3 Current fire hazards	43
8 Test methods	45
8.1 Review	45
8.2 NFPA 262/EN 50289-4-11	45
8.3 IEC 60332-3 series/EN 50266	47
8.4 UL 1666	47
8.5 UL1685/CSA FT4	47
8.6 EN 13823 (SBI).....	49
8.7 General test method considerations	49
8.8 Test method conclusions	51
9 Fire performance requirements.....	51
9.1 Parameters	51
9.2 Heat	53
9.3 Smoke.....	55
9.4 Propagation.....	55
9.5 Ignitability.....	57
9.6 Damaging effects of fire effluents	57
9.7 Flaming droplets.....	57
9.8 Toxicity	57
10 Conclusions.....	57
Annex A (informative) Procedure for mounting cables in test method EN 13823.....	61
Annex B (informative) Typical communication cable installations	63
Annex C (informative) Fire hazards/installations/applications/test methods for communication cables in buildings	65

Annexe D (informative) Exigences en tenue au feu	66
Annexe E (informative) Revue des méthodes d'essais	68
Bibliographie.....	78
Figure B.1 – Installations classiques de câbles en communications	62
Tableau 1 – Sélection d'échantillon et montage	34
Tableau 2 – Classement classique des dangers au feu	36
Tableau 3 – Exigences classiques de tenue au feu des câbles	36
Tableau 4 – Méthodes d'essai	44
Tableau 5 – Matériaux classiques de câble de communications	52
Tableau 6 – Exigences recommandées pour la chaleur.....	54
Tableau 7 – Exigences recommandées pour la fumée.....	54
Tableau C.1 – Risques du feu/installations/applications/méthodes d'essai pour les câbles de communications dans les bâtiments	64
Tableau E.1 – Inflammabilité.....	68
Tableau E.2 – Essais verticaux	70
Tableau E.3 – Essais horizontaux	74
Tableau E.4 – Mesure indirecte de fumée.....	76

Annex D (informative) Fire performance requirements	67
Annex E (informative) Review of test methods	69
Bibliography.....	79
Figure B.1 – Typical communication cable installations.....	63
Table 1 – Sample selection and mounting.....	35
Table 2 – Traditional ranking of fire hazards	37
Table 3 – Traditional cable fire performance requirements	37
Table 4 – Test methods	45
Table 5 – Typical communication cable materials	53
Table 6 – Recommended requirements for heat.....	55
Table 7 – Recommended requirements for smoke.....	55
Table C.1 – Fire hazards/installations/applications/test methods for communication cables in buildings	65
Table E.1 – Ignitability	69
Table E.2 – Vertical tests.....	71
Table E.3 – Horizontal tests.....	75
Table E.4 – Indirect measurement of smoke	77

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TENUE AU FEU DES Câbles DE COMMUNICATIONS INSTALLÉS DANS LES BÂTIMENTS

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. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI 6222, qui est un rapport technique, a été établie par le sous-comité 46C: Câble signalétiques et fils, du comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Cette version bilingue, publiée en 2006-01, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de ce rapport technique est issu des documents 46C/633/DTR et 46C/662/RVC. Le rapport de vote 46C/662/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE PERFORMANCE OF COMMUNICATION CABLES INSTALLED IN BUILDINGS

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. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 62222, which is a technical report, has been prepared by subcommittee 46C: Wires and symmetric cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors, r.f. and microwave passive components and accessories.

This bilingual version, published in 2006-01, corresponds to the English version.

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

Enquiry draft	Report on voting
46C/633/DTR	46C/662/RVC

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

La version française de ce rapport n'a pas été soumise au vote.

NOTE Par rapport à la version anglaise publiée de ce rapport technique, certaines références normatives ont été mises à jour eu égard aux nouvelles éditions.

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

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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 62222:2005

The French version of this technical report has not been voted upon.

NOTE With respect to the already published English version of this technical report, several normative references have been updated to reflect new editions.

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

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.

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 62222:2005

TENUE AU FEU DES CÂBLES DE COMMUNICATIONS INSTALLÉS DANS LES BÂTIMENTS

1 Domaine d'application et objet

Le présent rapport technique a pour objet de fournir des recommandations pour les exigences et les méthodes d'essais à spécifier pour la tenue au feu des câbles de communications quand ils sont installés dans des bâtiments.

Les recommandations traitent des applications classiques et des pratiques d'installation dans les bâtiments pour des câbles en cuivre et des câbles à fibres optiques. Ce rapport technique inclut une évaluation des dangers du feu pour chaque installation, et décrit des scénarios de feu qui ont été établis et les tenues au feu des câbles appropriés pour limiter ces dangers.

Les recommandations tiennent compte aussi de la législation et de la réglementation applicable à la tenue au feu des câbles, des résultats des travaux de recherche connus et une évaluation des méthodes d'essai connues et leur capacité à mesurer la tenue au feu recommandée.

Les câbles d'énergie sont habituellement séparés des câbles de communications pour la sécurité électrique et installés différemment, ils ne sont donc pas abordés par ce report technique.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants 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 60332-1 (toutes les parties), *Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu – Partie 1: Essai de propagation verticale de la flamme sur conducteur ou câble isolé*

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 60332-3-24:2000, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3-24: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles en nappes en position verticale – Catégorie C*

CEI 60695-5-1, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 5-1: Effets des dommages de corrosion des effluents du feu – Guide général*

CEI 60695-5-3, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 5-3: Effets des dommages de corrosion des effluents du feu – Méthodes d'essai du courant de fuite et de la perte métallique*

CEI 60695-6-1, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 6-1: Opacité des fumées – Lignes directrices générales*

CEI 60695-7-1, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 7-1: Toxicité des effluents du feu – Lignes directrices générales*

FIRE PERFORMANCE OF COMMUNICATION CABLES INSTALLED IN BUILDINGS

1 Scope and object

The object of this technical report is to provide recommendations for the requirements and test methods to be specified for the fire performance of communication cables when installed in buildings.

The recommendations relate to typical applications and installation practices for copper and optical cables in buildings. This technical report includes an assessment of the fire hazards presented by such installations, and describes fire scenarios that have been established and the appropriate cable fire performances to mitigate these hazards.

The recommendations also take into account legislation and regulation applicable to the fire performance of cables, the results of known research work and an assessment of known test methods and their ability to measure the recommended fire performance.

Power cables are usually segregated from communication cables for electrical safety and installed differently so they have not been addressed in this technical report.

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 60332-1 (all parts), *Tests on electric and optical cables under fire conditions – Part 1: Test for vertical flame propagation for a single vertical insulated wire or cable*

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

IEC 60332-3-24:2000, *Tests on electric and optical cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C*

IEC 60695-5-1, *Fire hazard testing – Part 5-1: Corrosion damage effects of fire effluent – General guidance*

IEC 60695-5-3, *Fire hazard testing – Part 5-3: Corrosion damage effects of fire effluent – Leakage current and metal loss test method*

IEC 60695-6-1, *Fire hazard testing – Part 6-1: Smoke opacity – General guidance*

IEC 60695-7-1, *Fire hazard testing – Part 7-1: Toxicity of fire effluents – General guidance*

CEI 60754 (toutes les parties), *Essais sur les gaz émis lors de la combustion de matériaux prélevés sur câbles*

CEI 60754-2, *Essai sur les gaz émis lors de la combustion des câbles électriques – Partie 2: Détermination de l'acidité des gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble par mesurage du pH et de la conductivité*

CEI 60794 (toutes les parties), *Câbles à fibres optiques*

CEI 61034 (toutes les parties), *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies*

CEI 61156 (toutes les parties), *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quarts pour transmissions numériques*

ISO/IEC 11801, *Technologies de l'information – Câblage générique des locaux d'utilisateurs* (disponible en anglais seulement)

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

ISO 9705, *Essais au feu – Essai dans une pièce de la vraie grandeur pour les produits de surface*

EN 13823, *Essais de réaction au feu des produits de construction – Produits de construction à l'exclusion des revêtements de sol exposés à une sollicitation thermique provoquée par un objet isolé en feu*

EN 13501-1, *Classement au feu des produits et éléments de construction – Partie 1: classement à partir des données d'essais de réaction au feu*

EN 50265-2-1, *Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu – Essai de résistance à la propagation verticale de la flamme sur un conducteur ou câble isolé – Partie 2-1: Procédures – Flamme de type à prémélange 1 kW*

EN 50266-2-4, *Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu – Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles en nappes en position verticale – Partie 2-4: Procédures – Catégorie C*

EN 50267-2-3, *Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu – Essais sur les gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble – Partie 2-3: Procédures – Détermination de l'acidité des gaz des câbles par une mesure de la moyenne pondérée du pH et de la conductivité*

EN 60289-4-11, *Communication cables – Specifications for test methods – Part 4-11: Environmental test methods – A horizontal integrated fire test method* (disponible en anglais seulement)

CSA FT4, Association Canadienne de Normalisation, CSA 22.2 No. 03-01 “*Essai de flamme verticale – Câbles dans les chemin de câbles*”

CSA FT6, Association Canadienne de Normalisation, CSA 22.2 No. 03-01 “*Flamme horizontale et essais de fumée*”

NES 713, UK Ministry of Defence Standard 02-713 (Def stan 02-713), “*Naval Engineering Standard – Determination of the toxicity index of the products of combustion from small specimens of materials*”

IEC 60754 (all parts), *Test on gases evolved during combustion of electric cables*

IEC 60754-2, *Test on gases evolved during combustion of electric cables – Part 2: Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity*

IEC 60794 (all parts), *Optical fibre cables*

IEC 61034 (all parts), *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions*

IEC 61156 (all parts), *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications*

ISO/IEC 11801, *Information Technology – Generic cabling for customer premises*

ISO/IEC 13943, *Fire safety – Vocabulary*

ISO 9705, *Full-scale room test for surface products*

EN 13823, *Reaction to fire tests for building products – Building products, excluding floorings, exposed to the thermal attack by a single burning item*

EN 13501-1, *Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests*

EN 50265-2-1, *Common test methods for cables under fire conditions – Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Part 2-1: Procedures – 1 kW pre-mixed flame*

EN 50266-2-4, *Common test methods for cables under fire conditions – Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Part 2-4: Procedures – Category C*

EN 50267-2-3, *Common test methods for cables under fire conditions – Tests on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2-3: Procedures – Determination of degree of acidity of gases for cables by determination of the weighted average of pH and conductivity*

EN 50289-4-11, *Communication cables – Specifications for test methods – Part 4-11: Environmental test methods – A horizontal integrated fire test method*

CSA FT4, *Canadian Standards Association, CSA 22.2 No. 03-01 “Vertical flame test – Cables in cable trays”*

CSA FT6, *Canadian Standards Association, CSA 22.2 No. 03-01 “Horizontal flame and smoke test”*

NES 713 UK *Ministry of Defence Standard 02-713 (NES 713), “Naval Engineering Standard – Determination of the toxicity index of the products of combustion from small specimens of materials”*

NFPA 262, *Standard method of test for flame travel and smoke of wires and cables for use in air handling spaces* (anciennement UL 910)

UL 1666, *Underwriters Laboratories, Inc., "Test for flame propagation height of electrical and optical fibre cables installed vertically in shafts"*

UL 1685, *Underwriters Laboratories, Inc., "Standard for vertical tray fire propagation and smoke release test for electrical and optical fibre cables"*

UL VW1, *Underwriters Laboratories, Inc., "VW-1 (vertical specimen) flame test – UL 1581, Reference standard for electrical wires, cables and flexible cords"*

3 Définitions et abréviations

Pour les besoins de ce document, les définitions de l'ISO/CEI 13943 s'appliquent en même temps que les suivantes, dont certaines d'entre elles sont basées sur l'EN 13501-1

3.1

BRE

Etablissement de Recherche dans les Bâtiments

3.2

plate-forme d'essai «Cardington»

le scénario en vraie grandeur pour des câbles dans des bâtiments dans des vides horizontaux dissimulés, développé par le BRE dans le projet de partenariats en technologie [5]¹

3.3

CENELEC

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

3.4

CFRA

Association de recherche sur le feu de câbles [11] [16]

3.5

contribution au feu

énergie libérée par un produit influençant l'accroissement du feu

3.6

CPD

Directive des Produits de Construction [3]

3.7

CSA

Association Canadienne de Normalisation

3.8

EN

Norme Européenne

3.9

application d'utilisation finale

application réelle d'un produit en relation avec tous les aspects influençant le comportement de ce produit sous différentes situations de feu

¹ Les nombres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

NFPA 262, *Standard method of test for flame travel and smoke of wires and cables for use in air handling spaces. (Formerly UL 910)*

UL 1666, *Underwriters Laboratories, Inc., “Test for flame propagation height of electrical and optical fibre cables installed vertically in shafts”*

UL 1685, *Underwriters Laboratories, Inc., “Standard for vertical tray fire propagation and smoke release test for electrical and optical fibre cables”*

UL VW-1, *Underwriters Laboratories, Inc., “VW-1 (vertical specimen) flame test – UL 1581, Reference standard for electrical wires, cables and flexible cords”*

3 Terms, definitions and abbreviations

For the purpose of this document, the definitions in ISO/IEC 13943, together with the following (some of which are based on EN 13501-1) apply.

3.1

BRE

Building Research Establishment

3.2

“Cardington” test rig

real-scale scenario for cables in horizontal hidden voids in buildings, developed by the BRE in the Partners in Technology project [5]¹

3.3

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardisation

3.4

CFRA

Cable Fire Research Association [11] [16]

3.5

contribution to fire

energy released by a product influencing the fire growth

3.6

CPD

Construction Products Directive [3]

3.7

CSA

Canadian Standards Association

3.8

EN

European Standard

3.9

end use application

real application of a product in relation to all aspects that influence the behaviour of that product under different fire situations

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

3.10

FEP

polytétrafluoroéthylène, éthylène-propylène fluoré ou polytétrafluoroéthylène-hexafluoro-propylène

3.11

accélération de la production énergétique

rapport maximal du taux de dégagement de chaleur d'un échantillon sur le temps de cette opération

3.12

FIPEC

performance au feu des câbles électriques [7]

3.13

situation du feu

état de développement d'un feu, caractérisée par la nature, la sévérité et taille de l'attaque thermique sur les produits impliqués

3.14

gouttelettes enflammées

matériau se séparant de l'échantillon pendant l'essai au feu et prolongeant la flamme pendant une courte période comme décrit par la méthode d'essai

3.15

HF

sans halogène ou zéro halogène avec faible émission de fumée (quelquefois connu comme LSOH)

3.16

HR

dégagement de chaleur

3.17

HRR

débit calorifique

3.18

ISO

Organisation Internationale de Normalisation

3.19

CL₅₀

concentration létale 50 – concentration ou fraction de volume d'un gaz ou d'effluents du feu, statistiquement calculée à partir de données d'exposition, produisant un taux de mortalité de 50 % des animaux soumis à l'essai pendant un temps d'exposition spécifié et après le temps d'exposition

3.20

LSPVC

polychlorure de vinyle ralentissant la flamme avec faible émission de fumée

3.21

NEMA

Association nationale des fabricants électriques [2]

3.10**FEP**

Polytetrafluoroethylene, Fluorinated ethylene-propylene or Polytetrafluoroethylene-hexafluoropropylene

3.11**fire growth rate index****FIGRA**

maximum quotient of heat release rate from a specimen and the time of its occurrence

3.12**FIPEC**

Fire Performance of Electric Cables [7]

3.13**fire situation**

stage in the development of a fire, characterised by the nature, severity and size of the thermal attack on the products involved

3.14**flaming droplets**

material separating from a specimen during a fire test and continuing to flame for a minimum period as described by the test method

3.15**HF**

halogen free or Low smoke zero halogen (sometimes known as LSOH)

3.16**HR**

Heat Release

3.17**HRR**

Heat Release Rate

3.18**ISO**

International Standards Organisation

3.19**LC₅₀**

concentration or volume fraction of gas or fire effluent statistically calculated from exposure data to produce lethality in 50 % of test animals within a specified exposure and post-exposure time

3.20**LSPVC**

Low Smoke Flame Retardant PolyVinylChloride

3.21**NEMA**

National Electrical Manufacturers Association [2]

3.22

NES

Norme de construction navale

3.23

NFPA

Association nationale de protection au feu

3.24

NIST

Institut national de normalisation et de technologie [10]

3.25

OD

densité optique

3.26

PCS

pouvoir calorifique supérieur

3.27

PE

polyéthylène

3.28

PII

partenariats en innovation [6]

3.29

PIT

partenariats en technologie [5]

3.30

PP

polypropylène

3.31

PVC

polychlorure de vinyle

3.32

PVDF

polyfluorure de vinylidène

3.33

réaction au feu

réponse d'un produit contribuant par sa propre décomposition au feu auquel il est exposé, sous des conditions spécifiées

3.34

scénario de référence

situation et l'environnement utilisés comme référence pour une méthode d'essai donnée

3.35

SBI

essai d'objet isolé en feu (EN 13823)

3.22**NES**

Naval Engineering Standard

3.23**NFPA**

National Fire Protection Association

3.24**NIST**

National Institute of Standards and Technology [10]

3.25**OD**

Optical Density

3.26**PCS**

Gross Calorific Potential

3.27**PE**

Polyethylene

3.28**PII**

Partners in Innovation [6]

3.29**PIT**

Partners in Technology [5]

3.30**PP**

Polypropylene

3.31**PVC**

Polyvinyl chloride

3.32**PVDF**

Polyvinylidene Fluoride

3.33**reaction to fire**

response of a product in contributing by its own decomposition to a fire to which it is exposed, under specified conditions

3.34**reference scenario**

hazard situation and environment used as a reference for a given test method

3.35**SBI**

Single Burning Item test (EN 13823)

3.36

petite attaque de feu

attaque thermique produite par une petite flamme comme une allumette ou un briquet

3.37

SMOGRA

accélération de la production de fumée – le rapport maximal du taux de production de fumée sur le temps de cette opération

3.38

danger de la fumée

potentiel de lésion et/ou de dommage dû à la fumée

3.39

Fumée

partie visible des effluents du feu

3.40

SP

émission de fumée

3.41

SPR

débit de fumée

3.42

THR

dégagement thermique total

3.43

TSP

émission totale de fumée

3.44

UL

Underwriters Laboratories Inc.

4 Installations classiques des câbles de communications

Afin de déterminer les méthodes d'essai au feu et les exigences de tenue au feu appropriées, il est nécessaire de considérer les risques du feu présentés par des installations classiques de câbles.

Depuis les dix dernières années, la demande mondiale pour de plus en plus d'information a eu comme résultat une augmentation des débits en transmissions de données, et le développement des réseaux locaux (LANs). En particulier l'accroissement de la popularité des systèmes de câblage structurés, comme défini dans l'ISO 11801, a généré de nouveaux types d'installations. Le système générique de câblage filaire structuré est un réseau en étoile hiérarchisé reliant les répartiteurs de campus aux différents répartiteurs de bâtiment, qui relie à son tour les répartiteurs d'étage individuels qui connecte alors aux prises de télécommunications. A chaque étage, le câble ascendant, passé en colonnes verticales, est connecté au répartiteur d'étage, qui transmet les données par les câbles horizontaux vers chaque prise d'étage. Dans une installation classique, les prises d'étage sont organisées de façon matricielle placées à environ 1 m ou 2 m, avec les câbles horizontaux arrivant dans les espaces plafond et sous-plancher. Même dans un petit bureau, cela conduit à un grand nombre de câbles passés dans des vides de construction, particulièrement près du répartiteur d'étage.

3.36**small fire attack**

thermal attack produced by a small flame such as a match or lighter

3.37**smoke growth rate index****SMOGRA**

the maximum quotient of smoke production rate from a specimen and the time of its occurrence

3.38**smoke hazard**

potential for injury and/or damage from smoke

3.39**smoke**

visible part of fire effluent

3.40**SP**

Smoke Production

3.41**SPR**

Smoke Production Rate

3.42**THR**

Total Heat Release

3.43**TSP**

Total Smoke Production

3.44**UL**

Underwriters Laboratories Inc.

4 Typical communication cable installations

In order to define the appropriate fire test methods and performance requirements, it is necessary to consider the fire hazards presented by typical cable installations.

During the last decade, the worldwide demand for more and more information has resulted in increasing transmission data rates, and developments in local area networks (LANs). In particular the growing popularity of structured cabling systems as defined in ISO/IEC 11801 has given rise to new types of installations. The generic structured wiring cabling system is a hierarchical star network linking campus distributors to different building distributors, which in turn link to individual floor distributors which then connect with telecommunication outlets. On each floor, the riser cable, run in vertical shafts, connects to the floor distributor which transmits data via the horizontal cables to each floor outlet. In a typical installation, the floor outlets are arranged in a matrix layout spaced about 1 m or 2 m, with the horizontal cables run in ceiling or under-floor voids. Even in a small office, this leads to a large number of cables run in building voids, particularly near the floor distributor.

L'évolution du câblage structuré a coïncidé avec l'augmentation rapide des débits de données des systèmes, de 10 kbit/s au début des années 1980 à 600 Mbit/s à la fin des années 1990, et à 1,2 Gbit/s au début des années 2000. L'augmentation des débits de données nécessite généralement une mise à niveau du système en utilisant des câbles et des composants de performances plus élevées. Comme les anciens câbles redondants sont rarement retirés avant l'installation des nouveaux câbles, les mises à jour fréquentes conduisent à une grande quantité de générations de câbles s'accumulant dans les vides de construction.

Les câbles en cuivre fabriqués suivant la série de publications CEI 61156 et les câbles optiques fabriqués suivant la série de publications CEI 60794 sont utilisés dans le câblage structuré. Ces normes décrivent les exigences pour les transmissions électriques et optiques, les caractéristiques d'environnement et de tenue mécanique. Les câbles optiques et les câbles de communications, opérant à des courants et tensions faibles, ne font pas partis des causes premières de feu, mais leur utilisation généralisée signifie qu'ils peuvent être impliqués dans des départs de feu provenant d'une source extérieure. Par conséquent, la tenue au feu est l'un des paramètres environnementaux les plus importants à être spécifié.

Une revue des installations classiques suggère que les installations des câbles de communications dans les bâtiments soient comme indiqué à l'Annexe B et puissent être regroupés dans les descriptions suivantes:

- a) Dans les bâtiments publics comme les aéroports, les magasins et les vieux bureaux commerciaux avec de solides planchers, les câbles sont généralement installés dans des vides de plafonds avec des câblages locaux en gaines murales. Les réglementations exigent généralement une séparation des câbles d'énergie pour raison de sécurité électrique.
- b) Dans les bureaux en général et dans les bureaux commerciaux plus récents, les câbles sont généralement installés dans des espaces plafond et sous-plancher, et des gaines murales. Les câbles d'alimentation d'éclairage et certains câbles de communications passent dans des plafonds vides, tandis que les câbles d'ordinateur et de téléphone, ainsi que les câbles d'énergie basse tension leur étant associés passent fréquemment dans des espaces sous-plancher. Les réglementations exigent généralement la séparation de câbles d'alimentation (dans des conduits ou des goulottes) pour raison de sécurité électrique. Dans de telles installations, des faux planchers, relativement peu profonds, fournissent des vides sous-plancher, et la ventilation forcée n'est généralement pas utilisée.
- c) Dans les grands bureaux commerciaux plus récents possédant des installations d'ordinateurs étendues, le vide est profond (1,0 m à 1,5 m n'est pas rare) et peut être rempli de manière dense par des câbles de communications. Ce vide peut aussi être utilisé pour fournir en air ambiant les équipements d'ordinateur.
- d) Les vides sous-plancher et en plafonds peuvent avoir une dynamique de débit d'air particulier qui devrait ressortir dans la méthode d'essai. En général, lorsque le débit d'air augmente dans un appareillage donné, la propagation du feu augmente et la production de fumée diminue. Cependant, les recherches [5] ont montré que dans des vides dissimulés, la combustion se déroule au stade de feu dégradé qu'il y ait convection forcée ou naturelle.
- e) Un nombre considérable de câbles peuvent être installés dans des colonnes verticales pour rocares. Par commodité, ces câbles peuvent être les mêmes que ceux utilisés pour les passages horizontaux.
- f) Les cordons de raccordement et les câbles de zone de travail, bien que non installés en permanence dans les bâtiments, sont souvent entassés en grand nombre et sont inclus dans le domaine d'application de ce rapport technique.
- g) Dans beaucoup d'installations, un certain nombre de câbles peuvent aussi passer derrière ou à l'intérieur des murs.
- h) De grands bâtiments, conçus et construits au niveau mondial par de grandes entreprises multinationales, possédant des architectures et des distributions de services similaires basées sur la structure avec faux planchers et plafonds suspendus créant des vides de construction fournissant des routes au travers desquelles le feu et les fumées peuvent se propager. Plus de 80 % des câbles installés dans les nouveaux bureaux sont des câbles de communications et cela pourrait augmenter le combustible dans le cas d'un incendie, aspect non abordé précédemment par les normes CEI sur les câbles et les installations.

The evolution of Structured Wiring has coincided with a rapid increase in system data rates, from 10 kbps in the early 1980's to 600 Mbps in the late 1990's, and on to 1,2 Gbps in the early 2000's. As transmission rates increase, system upgrades to higher performance cables and components are typically necessary. Since old redundant cables are rarely removed before new cables are installed, frequent upgrades result in a large amount of many generations of cables accumulating in building voids.

Copper conductor cables manufactured to the IEC 61156 series and optical cables manufactured to the IEC 60794 series are used in Structured Wiring. These standards detail electrical and optical transmission requirements, mechanical performance and environmental characteristics. Optical cables and communication cables operating at low voltages and currents are not a primary cause of fires, but their widespread use means that they may be involved in outbreaks of fire from an external source. Therefore, fire performance is one of the most important environmental parameters to be specified.

A review of typical installations suggested that communication cable installations in buildings are as shown in Annex B and can be grouped into the following descriptions:

- a) In public buildings such as airports, shops and older commercial offices with solid floors, cables are generally installed in ceiling voids with some local cabling in wall ducts. Regulations generally require segregation of power cables for electrical safety.
- b) In general, in offices and newer commercial offices, cables are generally installed in ceiling and under-floor voids, and wall ducts. Lighting power cables and some communication cables are run in ceiling voids, whilst computer and telephone cables and their associated low voltage power cables are often run in under-floor voids. Again, regulations generally require the segregation of power cables (in conduit or trunking) for electrical safety. In such installations, relatively shallow raised flooring provides the under-floor voids, and forced airflow is generally not used.
- c) In newer large commercial offices with extensive computer facilities, the raised flooring is deep (1,0 m to 1,5 m is not uncommon) and the void can be densely packed with communication cables. This void can also be used for the provision of environmental air to computer equipment.
- d) Under-floor and ceiling voids can have particular airflow dynamics that should be reflected in the test method. In general, as airflow rate increases in any given apparatus, fire propagation increases and smoke generation reduces. However research [5] has shown that in hidden voids, combustion proceeds to the same degree whether under forced or natural convection.
- e) A considerable amount of cables can be installed in vertical riser shafts. For convenience, these may be the same cables as are used for horizontal runs.
- f) Patch cords and work area cables, whilst not permanently installed in buildings, often accumulate in large numbers and have been included in the scope of this technical report.
- g) In many installations, there can also be a number of cables that run behind and within walls.
- h) Large buildings are being designed and constructed worldwide by large multi-national businesses, resulting in similar architecture and distribution of utilities within the structure with raised floors and suspended ceilings creating building voids through which fire and smoke can spread. Over 80 % of cables installed in new offices are communication cables and that could increase the fuel load in the event of a fire, an aspect not previously addressed by IEC cable and installation standards.

- i) Afin de définir les risques du feu et les tenues au feu à spécifier, les installations classiques, décrites ci-dessus et montrées dans l'Annexe B, peuvent être classées de la façon suivante.
- Installations horizontales dans des vides de construction.
 - Installations verticales dans des colonnes pour rocadés.
 - Installations générales.
 - Zone de travail exposées.
 - Installations dans lesquelles la protection des équipements est critique.

5 Législation et réglementation

Il existe de nombreuses réglementations aussi bien locales que régionales. Par exemple:

- a) En Allemagne, la plupart des câbles autorisés dans les bâtiments publics sont basés sur des valeurs PCS de 50 MJ/m² pour des câbles HF et de 25 MJ/m² pour des câbles PVC. Les indications pour le calcul du PCS sont données par les Assureurs Allemands [13], mais il n'apparaît pas clairement pourquoi une plus grande quantité de combustible est autorisée pour les câbles HF que pour les câbles PVC. Un doute peut aussi être exprimé sur les avantages établis que les câbles HF sont moins inflammables, qu'ils peuvent être éteints en quelques minutes une fois la source de l'allumage retirée (les câbles PVC ne s'éteignent pas) et qu'ils propagent moins la flamme grâce à l'amélioration de leur résistance à la flamme.
- b) Les codes de constructions aux USA possèdent des exigences très fortes en matière de résistance au feu. Les câbles installés dans les bâtiments sont régis par le Code National Electrique [12]. Les exigences pour la tenue au feu sont spécifiées aussi bien dans des réglementations (par exemple NFPA) que dans des normes spécifiques au produit. La propagation de la flamme et de la fumée sont les critères principaux pour les câbles placés dans des vides de construction avec déplacement d'air.
- c) En Angleterre, il n'existe que très peu de réglementation pour la tenue au feu des câbles. Dans les réglementations des bâtiments, les points importants concernant la sécurité au feu sont les moyens d'évacuation, la propagation du feu et les facilités d'accès pour les pompiers. D'un autre côté, l'Industrie de l'Assurance (législation de fait) reconnaît les nouvelles exigences pour les câbles, et le danger particulier des câbles de communications installés dans les vides de construction [9].

Le conseil de la prévention des sinistres est un expert de premier plan dans la prévention et le contrôle des sinistres, qui publie un «Guide de conception pour la protection au feu des bâtiments» [20] pour permettre aux architectes et aux concepteurs de bâtiment de tenir compte des recommandations des assureurs pour la protection au feu. Le guide souligne le nombre croissant de câbles utilisés dans les bâtiments, et il recommande, en particulier, l'utilisation de câbles possédant des tenues au feu améliorées pour les pièces de communications.

- d) En Afrique du Sud, il n'existe que très peu ou même aucune réglementation concernant la tenue au feu des câbles dans les habitations et les immeubles de grande hauteur. Le Code de câblage sert aussi bien pour la séparation des câbles de communications et d'énergie que pour la certification des installations au moyen d'examen physique et d'essai électrique, effectués par des personnes accréditées. Dans les Réglementations des bâtiments, les points importants concernant la protection au feu sont les moyens d'évacuation, la prévention contre la propagation du feu en utilisant des murs coupe-feu, des équipements résistants au feu et l'accessibilité des locaux aux pompiers. Dans l'industrie minière, bien qu'il n'existe pas de réglementation, les câbles souterrains d'énergie et de communications possèdent généralement une tenue au feu supérieure.
- e) En Europe, les développements concernant les câbles et la Directive des produits de construction peuvent avoir un impact significatif sur les exigences de tenue au feu pour les câbles.

- i) For the purposes of defining the fire hazards and the fire performance to be specified, the typical installations as described above and shown in Annex B, can be categorised as:
- Horizontal installations in building voids.
 - Vertical installations in riser shafts.
 - General installations.
 - Exposed work areas.
 - Installations where protection of equipment is critical.

5 Legislation and regulation

There are many different regional and local regulations. For example:

- a) In Germany the amount of cable allowed in a public building is based on PCS values of 50 MJ/m² for HF cables and 25 MJ/m² for PVC cables. Guidance on the calculation of PCS is given by the German Insurers [13], but it is not clear why a greater fuel load is allowed for HF cables than for PVC cables. Doubt can also be cast on the stated advantages that HF cables are less flammable and extinguish within a few min when the ignition source is removed (PVC cables do not extinguish) and have less flame propagation because of improved flame resistance.
- b) Building codes in USA have very strong fire performance requirements. Cables installed in buildings are regulated by the National Electrical Code [12]. The fire performance requirements are specified either in code regulations (e.g. NFPA) as well as in specific product standards. Flame propagation and smoke are the main criteria for cables in building voids with air movement.
- c) In the UK, there is very little regulation for the fire performance of cables. In the Building Regulations, the main concerns regarding fire safety are means of escape, fire spread and access facilities for the fire service. On the other hand, the insurance industry (de-facto legislation) recognises new requirements for cables, and the particular hazard of communication cables in building voids [9].
- The Loss Prevention Council is a leading authority in the field of loss prevention and control and it publishes a "Design Guide for the Fire Protection of Buildings" [20] to allow architects and building designers to take into account insurers' recommendations for fire protection. The Guide highlights the increasing numbers of cables being used in buildings, and in particular it recommends the use of cables with enhanced fire performance in communication rooms.
- d) In South Africa, there is little or no regulation for the fire performance of cables in dwellings and high-rise buildings. The Wiring Code provides for the segregation of power and communication cables as well as the certification of installations by means of physical examination and electrical testing, by accredited persons. In the Building Regulations, the main concerns regarding fire safety are means of escape, the prevention of fire spread by the use of firewalls, fire fighting equipment and the accessibility of the premises for external fire fighting. In the mining industry, although not regulated, underground power and communication cables generally have a superior fire performance.
- e) In Europe, developments with respect to cables and the Construction Products Directive may have a significant impact on the fire performance requirements for cables.

La Directive des produits de construction [3] (CPD) a été publiée par la Commission Européenne en 1989, et possède six exigences essentielles pour les produits pour les bâtiments, à savoir stabilité mécanique, sécurité en cas de feu, santé et environnement, sécurité d'utilisation, protection contre le bruit et économie d'énergie. Pour la sécurité en cas de feu, un système européen harmonisé a été développé pour la classification de la tenue au feu des produits pour les bâtiments et pour les méthodes d'essai correspondantes. Il est basé sur un scénario de référence en vraie grandeur de l'ISO 9705 et sur l'essai de référence à l'échelle intermédiaire de l'EN 13823 (SBI).

De temps à autre, la CPD a été amendée par des décisions de la Commission qui reflète les progrès effectués dans la définition et la vérification de la tenue au feu des produits. Dans une récente décision [4], les méthodes d'essai et les exigences sont données pour la classification du comportement en réaction au feu de tous les produits de construction. Les produits sont considérés en relation avec leur utilisation finale et il peut être fait appel contre le manque d'adéquation du scénario de référence ou de la méthode d'essai de référence, et, des solutions alternatives pour l'une ou les deux approches peuvent être proposées. Cependant, il convient de montrer qu'il existe une corrélation entre tout essai de référence alternatif intermédiaire et son scénario de référence en vraie grandeur, et il y a lieu d'utiliser l'essai de l'EN 13823 (modifié ou non) comme point de départ.

En décembre 1998, il fut décidé que les câbles installés en permanence dans les bâtiments tombent dans le domaine d'application de la CPD. Depuis lors, l'industrie et la Commission Européenne et son Groupe réglementateurs feu ont travaillé pour établir si les câbles en tant que produit linéaire, peuvent être traités comme n'importe quel autre produit de bâtiment ou si un système de classification spécial et des méthodes d'essai sont nécessaires.

Une fois que les propositions du Groupe réglementateurs feu sur les critères de classification et sur les méthodes d'essai auront été approuvées, une décision ultérieure sera publiée et un mandat sera publié afin de préparer des spécifications de produit pour les câbles impliqués.

Un point qui préoccupe l'industrie du câble est la réticence du Groupe réglementateurs feu d'inclure la production de fumée comme exigence obligatoire.

Il convient de noter que la CPD n'a pas l'intention d'harmoniser la réglementation, ni d'imposer une réglementation dans le cas où aucune n'existe, mais elle tente plutôt d'harmoniser la classification en fonction de la réaction au feu des produits et les méthodes d'essai utilisées.

L'auto-certification de la tenue au feu des câbles existe généralement encore, mais la tendance est plutôt pour une certification tierce partie. La certification tierce partie est pratiquée en Amérique du Nord, et par l'Industrie de l'assurance, et peut être exigée en Europe au travers de la CPD.

6 Projets de recherche

6.1 Recherches sur le feu des câbles

Durant la dernière décennie, un nombre significatif de recherches ont été entreprises. Elles ont fourni de précieuses données et conclusions qui ont été prises en compte lors de l'établissement des exigences pour la tenue au feu recommandées dans ce rapport pour les câbles de communications installés dans les bâtiments.

Un examen des projets de recherche connus a montré que ceux qui possèdent la plus grande pertinence sont les associations suivantes.

- Partenariats en technologie (PIT).
- Partenariats en innovation (PII).
- Tenue au Feu des Câbles Electriques (FIPEC).

The Construction Products Directive [3] was published by the European Commission in 1989, and has six essential requirements for building products, namely Mechanical stability, Safety in case of fire, Health and environment, Safety in use, Protection against noise and Energy economy. For safety in case of fire, a harmonised European system for the classification of the fire performance of building products and the corresponding test methods has been developed. This is based on the ISO 9705 real scale reference scenario and the EN 13823 (SBI) intermediate scale reference test.

From time to time, the Construction Products Directive (CPD) has been amended by Commission Decisions which reflect progress in defining and testing the fire performance of products. In a recent Decision [4], test methods and requirements are given for the classification of the reaction to fire performance of all construction products. Products are considered in relation to their end-use application and appeals may be made against the appropriateness of the reference scenario or the reference test method and alternatives may be proposed for one or both. However, any alternative intermediate reference test should be shown to correlate with its real scale reference scenario, and should use the EN 13823 test (modified or not) as the starting point.

In December 1998, it was decided that cables permanently installed in buildings fall within the scope of the CPD. Since then, industry and the European Commission and its Fire Regulators Group have been working to establish whether cables as linear products can be treated as any other building product or whether a special classification system and test methods are necessary.

Once the Fire Regulators Group proposals for the Classification Criteria and Test Methods have been approved, a further Decision will be published and a mandate will be issued to prepare product specifications for the cables involved.

A concern to the cable industry is the reluctance of the Fire Regulators Group to include smoke production as a mandatory requirement.

It should be noted that the CPD is not intended to harmonise Regulation, or to impose Regulation where none exists, but it is intended to harmonise the classification of the reaction to fire of products, and the test methods used.

Self-Certification of cable fire performance still exists generally, but the trend is to Third Party Certification. Third Party Certification is practised in North America, and by the Insurance Industry, and may be required in Europe under the CPD.

6 Research projects

6.1 Cable fire research

During the last decade a significant amount of research has been undertaken. This has provided valuable data and findings which have been taken into account when establishing the fire performance requirements recommended in this report for communication cables installed in buildings.

A review of known research projects indicated that those with major relevance are:

- Partners in Technology (PIT);
- Partners in Innovation (PII);
- Fire Performance of Electric Cables (FIPEC);

- «Seven Dials».
- Recherche privée.
- Association de recherche sur le feu pour les câbles (CFRA).
- Recherche de l'industrie des câbles.

6.2 Partenariats en technologie [5]

Le projet de Partenariats en technologie (PIT) est une étude parrainée par le gouvernement et les industries du Royaume-Uni dans le domaine des feux de câbles situés dans les vides de construction dissimulés. Le travail consiste à effectuer des études approfondies pour établir des scénarios typiques d'installations de câbles de communications et évaluer leurs risques au feu, de développer des scénarios représentatifs en vraie grandeur et de réaliser des installations d'essai en vraie grandeur vis-à-vis desquelles les méthodes d'essai des autres normes de câbles peuvent se référer.

Ce projet a identifié le risque au feu pour des câbles de communications installés en forte densité dans des vides de construction, souvent remplis de plusieurs générations de câbles, et qui fournissent un chemin pour la propagation du feu et de la fumée. Une installation d'essai en vraie grandeur (connue comme la plate-forme d'essai «Cardington») a été développée représentant un bureau de 50 postes de travail avec 200 câbles passés dans un vide du plafond et exposés à un feu classique de poste de travail.

En utilisant la plate-forme d'essai «Cardington» en vraie grandeur, six câbles ont été testés. Ce sont des câbles de 4 à 25 paires, classés conformément à la NFPA 262, à la CEI 60332-3-24, catégorie C (SH), et à la CEI 60332-1-1. Ce travail comprend aussi des essais calorimétriques.

Les conclusions furent les suivantes.

- a) Un risque au feu existe pour les câbles de communications, placés dans des installations très denses dans les vides de construction.
- b) Les vides de construction fournissent un chemin pour la propagation du feu et de la fumée.
- c) Les vides de construction sont souvent remplis de plusieurs générations de câbles.
- d) La plate-forme d'essai «Cardington» est un scénario en vraie grandeur approprié pour évaluer les dangers du feu pour des câbles installés horizontalement dans des vides de construction dissimulés.
- e) Le meilleur comportement dans les essais «Cardington» a été obtenu par des câbles conformes à la NFPA 262 (EN 50289-4-11). Il a été trouvé que les câbles conformes à la CEI 60332-3-24, catégorie C et à la CEI 60332-1-1 peuvent produire de graves incendies et que les câbles sans halogène conformes à la CEI 60332-3-24, Catégorie C, peuvent produire une importante fumée.

6.3 Partenariats en innovation [6]

L'objectif du projet de Partenariats en innovation (PII) parrainé par le gouvernement et les industries du Royaume-Uni est d'évaluer les méthodes d'essai et de faire de recommandations pour l'essai de réaction au feu des câbles de communications. Neuf types de câbles ont été testés à l'aide de six méthodes d'essai différentes. Ces câbles englobent une gamme de câbles filaires gainés en PVC ou sans halogène, soit avec tenue au feu améliorée, soit conformes à la CEI 60332-3, Catégorie C. Un câble à fibres optiques avec tenue au feu améliorée était inclus. Ces câbles ont été testés suivant l'essai «Cardington» en vraie grandeur, le scénario à grande échelle de la CPD, l'ISO 9705, l'EN 50289-4-11 (l'essai horizontal équivalent à la NFPA 262), l'EN 13823 (SBI), la série CEI 60332-3 et la série CEI 61034.

- Seven Dials;
- Private research;
- Cable Fire Research Association (CFRA);
- Cable industry research.

6.2 Partners in Technology [5]

The Partners in Technology (PIT) project was a UK Government and industry sponsored study into cable fires in hidden building voids. The work included carrying out surveys to establish typical communication cable installation scenarios and assess their fire hazards, the development of a representative real scale scenario and the construction of a real scale test facility against which other standard cable test methods can be referenced.

This project identified the fire hazard from communication cables installed in a high density and placed in building voids which are often filled with many generations of cables and provide a route for the spread of fire and smoke. A real scale test facility was developed (known as the “Cardington” test rig) representing a 50 workstation office with 200 cables run in a ceiling void and exposed to a typical work station fire.

Using the “Cardington” real scale test rig, six cables were tested. These were 4 pair and 25 pair cables rated as NFPA 262, IEC 60332-3-24, Category C (HF) and IEC 60332-1 series. The work also included calorimeter testing.

The conclusions were:

- a) A fire hazard exists for communication cables in high-density installations in building voids.
- b) Building voids provide a route for the spread of fire and smoke.
- c) Building voids are often filled with many generations of cables.
- d) The “Cardington” test rig is a suitable real scale scenario for evaluating the fire hazard from cables installed horizontally in hidden building voids.
- e) The best performance in the “Cardington” tests was achieved by NFPA 262 (EN 50289-4-11) rated cables. It was found that IEC 60332-3-24, Category C and IEC 60332-1 series rated cables can produce severe fires and IEC 60332-3-24, Category C rated HF cables can produce significant smoke.

6.3 Partners in Innovation [6]

The objective of the UK Government and industry sponsored Partners in Innovation (PII) project was to assess existing test methods and make recommendations for the reaction-to-fire testing of communication cables. Nine types of cables were tested in six different test methods. The cables comprised a variety of PVC and HF sheathed structured wiring cables with either enhanced fire performances or rated to IEC 60332-3-24, Category C. An enhanced fire performance optical cable was included. These cables were tested in the “Cardington” real-scale test, the CPD large-scale scenario ISO 9705, EN 50289-4-11 (the horizontal test equivalent to NFPA 262), EN 13823 (SBI), IEC 60332-3 series and IEC 61034 series.

Les conclusions des recherches incluent les corrélations entre les méthodes d'essai, en plus de l'évaluation des tenues au feu des câbles testés. Les conclusions furent les suivantes.

- a) La plate-forme d'essai «Cardington» est un scénario de référence en vraie grandeur approprié.
- b) L'EN 50289-4-11 possède une très bonne corrélation avec la plate-forme d'essai «Cardington» et il convient qu'elle soit utilisée pour évaluer les câbles situés dans des installations en zone à haut risque.
- c) L'EN 13823 (SBI) possède une bonne corrélation avec la plate-forme d'essai «Cardington» mais elle n'est pas appropriée sans des travaux supplémentaires sur le chargement d'échantillon de câble et sur la configuration de montage.
- d) La CEI 60332-3 possède une faible corrélation avec la plate-forme d'essai «Cardington» et elle ne devrait pas être utilisée pour les applications à haut risque, mais elle peut être utilisée dans des colonnes verticales et des applications générales.

6.4 Tenue au feu des câbles électriques [7]

Ce fut un projet financé par la Commission européenne et l'industrie mis en place afin de développer des méthodes pour mesurer la tenue au feu des câbles. La base de donnée générée par ce projet couvre une cinquantaine de câbles. La plupart de ces câbles étaient des câbles d'énergie, quelques câbles de téléphonie et seulement un seul câble de données.

Les méthodes d'essai les plus fréquemment utilisées en Europe pour évaluer la tenue au feu des câbles sont celles des séries de la CEI 60332-3 et de la CEI 60332-1. Un objectif de cette étude fut de fournir un moyen par lequel les considérations techniques au feu pourraient être introduites pour le secteur des câbles du marché européen.

En appliquant les informations développées par le programme de la FIPEC, il est apparu possible de modifier l'essai existant de la série CEI 60332-3 pour inclure la mesure du dégagement de chaleur et la mesure de la fumée. Des changements au montage des échantillons, le choix d'un panneau avec une source d'allumage plus puissante et un débit d'air augmenté fournissent une meilleure discrimination entre les comportements des câbles.

Une partie de l'étude de la FIPEC a été faite pour déterminer la sensibilité des différents paramètres d'essai utilisés dans l'essai de la série CEI 60332-3. Elle a démontré que la variable la plus significative était le montage de câbles. Il a été conclu que la prise en compte du contenu en matériaux non métalliques (base sur laquelle la quantité d'échantillons de câble à monter est choisie) ne fournit pas nécessairement une hiérarchie de risque. Au moment de discuter de «l'influence des couches», le rapport établit que *«les catégories dérivées de la charge en câble ne correspondent pas avec une hiérarchie de risque, c'est-à-dire une charge de 7 l/m n'est pas nécessairement un essai plus sévère qu'une charge de 1,5 l/m. Ces catégories devraient être séparées sans ambiguïté des interférences de l'évaluation du risque»*.

Les deux scénarios (méthodes d'essai) dérivés de l'étude de la FIPEC ne prennent pas en compte le contenu en matériaux non métalliques quand on détermine la quantité et la configuration d'échantillon de câble à monter pour l'essai au feu. Au lieu de cela, le diamètre du câble est déterminant en priorité, avec, dans tous les cas, un écartement donné entre les échantillons de câbles adjacents. Les câbles ayant un diamètre supérieur à 5 mm étaient montés en une seule rangée avec espacement, et les plus petits câbles étaient montés en faisceaux espacés non torsadés.

Dans le scénario 1 de la méthode d'essai, considéré comme légèrement plus sévère par rapport à la série CEI 60332-3, la source d'allumage est à 20 kW et le débit d'air a été augmenté. Dans le scénario 2 de la méthode d'essai, considéré comme plus sévère par rapport à la série CEI 60332-3, la source d'allumage est à 30 kW, le débit d'air a été augmenté et un plateau non combustible a été ajouté.

The research findings included correlations between the test methods, as well as fire performance ranking of the cables tested. The conclusions were as follows:

- a) The “Cardington” test rig is a suitable real scale reference scenario.
- b) EN 50289-4-11 has a very good correlation to the “Cardington” test rig and should be used to assess cables for installation in high-risk areas.
- c) EN 13823 (SBI) has a good correlation to the “Cardington” test rig but is not suitable without further work on cable sample loading and mounting configuration.
- d) IEC 60332-3 series has a poor correlation to the “Cardington” test rig and should not be used for high-risk applications but it can be used for vertical shafts and general applications.

6.4 Fire Performance of Electric Cables (FIPEC) [7]

This was a European Commission and industry funded project set up to develop methods for measuring the fire performance of cables. The database generated by the project covered some fifty cables. The majority of these were power cables, with a few telephone cables and only one data cable.

The most frequently used test methods to assess the fire performance of cables in Europe are IEC 60332-3 series and IEC 60332-1 series. An objective of this study was to provide a means by which Fire Engineering considerations may be introduced to the cables sector of the European marketplace.

Applying the information developed by the FIPEC programme it was found possible to modify the existing test of the IEC 60332-3 series to include heat release and smoke measurement. Changes to sample mounting, the option of a backboard with a more powerful ignition source and an increased airflow provide a better discrimination between cable performances.

Part of the FIPEC study was to determine the sensitivity of the various test parameters utilized for the test of the IEC 60332-3 series. This demonstrated that the most significant variable was in cable mounting. It was concluded that consideration of non-metallic materials content (the basis by which the quantity of cable sample to be mounted is selected) does not necessarily provide a risk hierarchy. When discussing the “influence of layers” the report states *“cable loading derived categories do not correspond with a risk hierarchy, e.g. a 7 l/m loading may not necessarily be a more severe test than a 1,5 l/m loading. These categories should be unambiguously separate from the inferences of risk assessment.”*

The two scenarios (test methods) derived through the FIPEC study do not take non-metallic materials content into account when determining the quantity and configuration of cable sample to be mounted for fire testing. Instead, cable diameter is the prime determinant with, in every instance, a designated separation between adjacent cable samples. Cables having a diameter greater than 5 mm were mounted in a single spaced row, and smaller cables were mounted in non-twisted spaced bundles.

In test method Scenario 1, considered to be slightly more severe than IEC 60332-3 series, the ignition source is 20 kW and the airflow is increased. In test method Scenario 2, considered to be more severe than IEC 60332-3 series, the ignition source is 30 kW, the airflow is increased and a non-combustible backboard is added.

Les conclusions de pertinence sont les suivantes.

- a) Les méthodes et les procédures courantes, par lesquelles la tenue au feu des câbles est déterminée, fournissent une exigence normative qui ne permet pas une classification hiérarchisée du risque au feu, ni l'obtention de données par lesquelles le risque au feu peut être estimé.
- b) La série CEI 60332-3 n'est pas assez sensible pour faire une différence entre les câbles possédant des propriétés raisonnables au feu, et ceux possédant de très bonnes propriétés, propriété nécessaire pour des installations de câbles de télécommunications soit très denses, soit à risques élevés.
- c) Le paramètre qui a le plus d'effet sur les résultats des essais est la manière de monter les câbles à tester.

NOTE Bien que le projet du FIPEC ne comprenne qu'un seul câble de données, la recherche privée [16] sur 13 câbles pour câblage structuré a montré, bien que moins sensible que la NFPA 262 et que l'EN 50289-4-11, qu'avec des configurations de câbles montés de façon convenable et des limites de tenue au feu, le scénario 2 peut différencier les produits les plus performants.

6.5 «Seven Dials» [8]

Ce projet est une enquête sur le feu qui s'est produit au «Seven Dials», un bâtiment de 5 étages à Londres. Le bâtiment a été complètement détruit. La chaleur et la fumée ont constitué le problème majeur, et la brigade anti-feu a eu des difficultés à localiser le foyer du feu. Les câbles situés dans le vide des plafonds étaient de très vieux câbles coaxiaux gainés au PVC et isolés au polyéthylène.

Les essais ont été réalisés sur la plate-forme d'essai «Cardington» en vraie grandeur sur des répliques des câbles et aussi sur des versions possédant des tenues au feu améliorées. Les résultats confirment la nécessité d'avoir des câbles possédant des tenues au feu améliorées dans de telles installations.

Les recherches privées ultérieures [14] ont concerné l'essai d'autres câbles coaxiaux améliorés en tenue au feu (diamètre de 7,2 mm) sur la plate-forme d'essai «Cardington» afin d'étudier les conditions qui se présentent dans le vide des plafonds lorsqu'un feu se déclenche dans la pièce en dessous et pour mesurer l'effet sur les câbles installés dans le vide des plafonds. Une nouvelle fois, les résultats ont confirmé la nécessité d'avoir des câbles possédant des tenues au feu améliorées dans de telles installations.

Le projet «Seven Dials» est significatif puisqu'il est une investigation détaillée sur un feu réel impliquant des câbles de communications placés dans des vides de construction horizontaux et dissimulés.

6.6 Association de recherche sur le feu de câbles

L'Association de recherche sur le feu de câbles (CFRA) est une association commerciale internationale qui recherche et encourage l'utilisation des câbles et des matériaux entrant dans la fabrication des câbles, cela pour l'amélioration de la sécurité au feu. Fondée en 2001, elle formalise et développe la prise de conscience des résultats de recherche par ses membres sur les 10 années précédentes. Elle est constituée de producteurs de câbles et de fournisseurs de matériaux destinés à l'industrie du câble et elle possède des chapitres d'exploitations au Canada, en Chine, en Europe, au Japon et aux USA.

Incité par les conclusions des projets du PII et de la FIPEC, le CFRA a mené la recherche pour examiner plus avant les effets de la sélection et des configurations de montage des échantillons lorsque les câbles sont testés sur des échelles. Les conclusions sont présentées dans le Tableau 1 ci-dessous.

Conclusions of relevance include:

- a) The current method and procedures by which cable performance is determined produces a prescriptive requirement that does not enable a graded classification of fire hazard, nor the provision of data by which fire hazard may be assessed.
- b) IEC 60332-3 series is not sensitive enough to differentiate between cables with reasonable fire properties, and those with very good properties needed for high hazard or high-density telecommunication cable installations.
- c) The parameter that has the most effect on the test results is the method of mounting the tested cables.

NOTE Although the FIPEC project included only one data cable, private research [16] on 13 structured wiring cables has shown that although not as sensitive as NFPA 262 or EN 50289-4-11, with appropriate cable mounting configurations and performance boundaries, Scenario 2 can differentiate the higher performing products.

6.5 Seven Dials [8]

This project is an investigation into a fire at the “Seven Dials”, a five storey building in London. The building was completely destroyed. Heat and smoke was a major problem, and the Fire Brigade had difficulty in locating the seat of the fire. Cables in the ceiling void were very old PVC sheathed polyethylene insulated coaxials.

Tests were carried out in the real scale “Cardington” test rig with replica cables and also with enhanced fire performance versions. The results confirmed the need for enhanced fire performance cables in such installations.

Subsequent private research [14] involved testing another enhanced fire performance coaxial cable (diameter 7,2 mm) in the “Cardington” test rig to investigate the conditions that arise inside ceiling voids when a fire occurs in the room below and to measure the effect on cables installed in the ceiling void. Again the results confirmed the need for enhanced fire performance cables in such installations.

The Seven Dials project is significant since it is a detailed investigation into an actual fire involving communication cables in hidden horizontal building voids.

6.6 Cable Fire Research Association

The Cable Fire Research Association (CFRA) is an international Trade Association which researches and promotes the use of cables and cable-making materials for the enhancement of fire safety. Established in 2001, it formalises and improves awareness of the results of research by its members over the previous 10 years. It is made up of cable producers and suppliers of materials to the cable industry and has Chapters operating in Canada, China, Europe, Japan and USA.

Prompted by the conclusions of the PII and FIPEC projects, the CFRA has conducted research to further investigate the effects of sample selection and mounting configurations when cables are tested on ladders. The conclusions are shown in Table 1.

Attentif à une contestation sur la procédure CPD, un travail a aussi été entrepris pour examiner la configuration de montage d'échantillon dans l'essai de l'EN 13823 (SBI). Cela a montré qu'avec la procédure décrite dans l'Annexe A (câbles montés en 1 couche en contact), l'essai du SBI est convenable pour évaluer et pour discriminer les divers niveaux de tenue au feu des câbles de communications.

Tableau 1 – Sélection d'échantillon et montage

Sélection/Montage	Conclusions
1,5 l/m en multicouches par exemple CEI 60332-3-24, catégorie C	Essai de matériau plutôt qu'un essai de câble. Le grand nombre de câbles (par exemple 160) rend intensif le travail d'essai
1 couche espacée par exemple FIPEC	Non représentatif. Problèmes de répétabilité et de reproductibilité
1 couche de faisceaux espacés par exemple FIPEC	Non représentatif. Problèmes de répétabilité et de reproductibilité
1 couche en contact	Représentatif, répétable et reproductible

Les recherches privées des membres du CFRA depuis 1991 [11] [16] et leur participation aux projets du PIT, du PII et du «Seven Dials» a amené le CFRA à conclure que

- les câbles de communications, situés dans des vides de construction horizontaux à forte concentration, présentent des risques au feu qui ne sont pas convenablement abordés dans les normes existantes sur les câbles;
- la plate-forme d'essai «Cardington» est un scénario de référence en vraie grandeur pour des câbles situés dans des vides de construction horizontaux;
- les essais à plus petite échelle et à échelle intermédiaire devraient intégrer autant de paramètres de réaction au feu que possible;
- l'EN 50289-4-11 possède la meilleure corrélation avec la plate-forme d'essai «Cardington» et devrait être utilisée pour évaluer les câbles dans des zones à haut risque;
- le SBI possède une bonne corrélation avec la plate-forme d'essai «Cardington» et peut être utilisé pour évaluer la tenue au feu des câbles, cela lorsque la sélection de l'échantillon et la configuration du montage appropriées sont utilisées.

6.7 Profession de l'Assurance

En novembre 2000, l'Association des assureurs britanniques (ABI) a publié un Rapport de directives techniques [9] à l'attention des assureurs et traitant du risque au feu des câbles de communications situés en plafonds, sous-planchers et dans des vides de construction verticaux. L'objectif était d'alerter les assureurs sur l'augmentation du nombre de câbles installés dans des bâtiments commerciaux pouvant augmenter le risque d'incendie, et pour souligner la nécessité pour les assureurs, lors de l'examen des risques, d'avoir conscience du danger potentiel de propagation du feu.

En plus de confirmer les risques identifiés par les divers projets de recherche, le ABI signale que même si les dégâts du feu sont localisés, le danger potentiel pour de sérieuses interruptions dans l'activité peuvent toujours exister. Le rapport recommande que les assureurs encouragent des exigences en tenue au feu plus élevées que celles des Réglementateurs feu afin de réduire l'exposition à une potentielle interruption dans l'activité.

Mindful of the CPD appeals procedure, work has also been undertaken to investigate the sample mounting configuration in the EN 13823 (SBI) test. This has shown that with the procedure described in Annex A (cables mounted 1 layer touching), the SBI test is suitable for assessing and discriminating various levels of fire performance with communication cables.

Table 1 – Sample selection and mounting

Selection/Mounting	Conclusions
1,5 l/m in multiple layers e.g. IEC 60332-3-24, Category C	Material test rather than a cable test. Large number of cables (e.g. 160) makes the test labour intensive
1 layer spaced e.g. FIPEC	Not representative. Problems with repeatability and reproducibility
1 layer spaced bundles e.g. FIPEC	Not representative. Problems with repeatability and reproducibility
1 layer touching	Representative, repeatable and reproducible

Private research by CFRA members since 1991 [11] [16] and their participation in the PIT, PII and Seven Dials projects has lead the CFRA to conclude:

- Communication cables in high concentration horizontal building voids present a fire hazard that is not adequately addressed by existing cable standards.
- The “Cardington” test rig is an appropriate real-scale reference scenario for cables in horizontal building voids.
- Smaller scale or intermediate tests should integrate as many reaction-to-fire parameters as possible.
- EN 50289-4-11 has the best correlation to the “Cardington” test rig and should be used to assess cables for high-risk areas.
- SBI has a good correlation to the “Cardington” test rig and can be used to assess the fire performance of cables when the appropriate sample selection and mounting configuration is used.

6.7 Insurance Industry

In November 2009, the Association of British Insurers (ABI) published a Technical Briefing Report [9] for insurers relating to the fire hazard of communication cables in ceiling, under-floor and vertical building voids. The aim was to alert insurers to the increase in the amount of cables being installed in commercial buildings which can increase the fire risk, and to highlight the need, when surveying risks, for insurers to be aware of the potential for fire spread.

In addition to confirming the risks identified by the various research projects, the ABI points out that even if fire damage is localised, the potential for serious business interruption can still exist. The report recommends that insurers promote higher fire performance requirements than Fire Regulators to reduce the potential business interruption exposure.

7 Risques du feu

7.1 Approche traditionnelle

Depuis 30 ans, l'approche traditionnelle de la tenue au feu des câbles a été basée sur des méthodes d'essai et des exigences développées en réponse à des feux importants particuliers comme des feux de câbles d'énergie situés dans des colonnes verticales en centrales électriques, des feux dans des tunnels de chemins de fer souterrains et des feux dans des centraux téléphoniques.

Les principaux risques de l'implication des câbles dans les incendies sont vues comme la propagation du feu, la fumée, les gaz acides et la toxicité, mais leur importance est classée différemment, en fonction du type d'installation, comme indiqué dans le Tableau 2 ci-dessous. Par exemple, dans les installations générales, la propagation du feu est vue comme la plus grande préoccupation, mais aux endroits où l'évacuation des personnes est vitale, la fumée est classée plus importante que la propagation. Dans les installations, où il n'y a pas ou peu de personnes, mais avec des équipements coûteux et critiques pour l'activité, l'émission des gaz acides est vue comme le risque le plus important.

Tableau 2 – Classement classique des dangers au feu

Rang	Installations générales	Installations dans lesquelles l'évacuation du personnel est critique	Installations dans lesquelles la protection des équipements est critique
1	Propagation	Fumée	Gaz acides
2	Fumée	Propagation	Propagation
3	Gaz acides	Toxicité	Fumée
4	Toxicité	Gaz acides	Toxicité

Pour évaluer la tenue au feu des câbles par rapport à ces risques, plusieurs méthodes d'essai séparées ont été développées, pour lesquelles les spécifications incluent habituellement une exigence. Par exemple, la CEI 60332-3-24, catégorie C, est un essai de flamme à 20 kW afin d'évaluer la propagation du feu sur nappes verticales de câbles, cela en mesurant la longueur des dégâts de carbonisation après achèvement de l'essai. Pour réussir l'essai il faut une longueur carbonisée inférieure à 2,5 m. La série de publications CEI 61034 évalue la fumée générée par un échantillon de câble exposé à une source de feu alcoolique dans une enceinte de 3 m³, où un facteur minimal de transmission de la lumière de 60 % est exigé. La CEI 60754-2 est un essai de laboratoire qui mesure le pH et la conductivité de solutions au travers desquelles des effluents de petits échantillons de matériaux en feu (approximativement 1 g) ont passé.

Ainsi une tenue au feu de câbles satisfaisant aux exigences de la CEI 60332-3-24, catégorie C, de la série de publications CEI 61034 et de la CEI 60754-2 comme indiqué au Tableau 3, a été, dans le passé, jugée satisfaisante.

Tableau 3 – Exigences classiques de tenue au feu des câbles

Paramètre	Méthode d'essai	Exigence
Propagation du feu	CEI 60332-3-24, catégorie C	Résidu charbonneux inférieur à 2,5 m à l'achèvement de l'essai
Fumée	Série CEI 61034	Facteur minimal de transmission de la lumière 60 %
Gaz acides	CEI 60754-2	pH non inférieur à 4,3 Conductivité pas supérieure à 10 µS/mm

7 Fire hazards

7.1 Traditional approach

For over 30 years, the traditional approach to the fire performance of cables has been based on test methods and requirements developed in response to particular major fires such as power cable fires in vertical shafts in power stations, fires in underground railway tunnels and fires in telephone exchanges.

The main hazards from the involvement of cables in fires were seen as fire propagation, smoke, acid gas and toxicity, but their importance was ranked differently depending on the type of installation, as shown in Table 2 below. For example, in general installations fire propagation was seen as the most important consideration but where evacuation of people was vital, smoke was ranked higher than propagation. In installations where there were no or few people but expensive equipment critical to the business was present, the evolution of acid gas was seen as the greatest risk.

Table 2 – Traditional ranking of fire hazards

Ranking	General installations	Installations where evacuation of personnel is critical	Installations where protection of equipment is critical
1	Propagation	Smoke	Acid gas
2	Smoke	Propagation	Propagation
3	Acid gas	Toxicity	Smoke
4	Toxicity	Acid gas	Toxicity

To evaluate cable fire performance in relation to these hazards, several separate test methods were developed, the specifications for which usually included a requirement. For example, IEC 60332-3-24, Category C, is a 20 kW flame test to assess the fire propagation of vertical bunches of cables by measuring the length of char damage after completion of the test. A length of char less than 2,5 m is necessary to pass this test. IEC 61034 series assesses smoke generated by samples of cables exposed to an alcohol fire source in a 3 m³ enclosure, where a minimum light transmittance of 60 % is required. IEC 60754-2 is a laboratory test which measures the pH and conductivity of solutions through which the effluent from burning small samples of materials (approximately 1 g) has been passed.

Thus a cable fire performance meeting the requirements of IEC 60332-3-24, Category C, IEC 61034 series and IEC 60754-2 as shown in Table 3 has, in the past, been deemed to be satisfactory.

Table 3 – Traditional cable fire performance requirements

Parameter	Test method	Requirement
Fire propagation	IEC 60332-3-24, Category C	Char less than 2,5 m at completion of the test
Smoke	IEC 61034 series	Minimum light transmittance 60 %
Acid gas	IEC 60754-2	pH not less than 4,3 Conductivity not more than 10 µS/mm

7.2 Etude des risques

L'approche traditionnelle pour la tenue au feu des câbles était basée sur les risques présentés par la conception des câbles, les matériaux entrant dans la fabrication des câbles et les installations applicables jusque-là. Depuis lors, de nouveaux concepts de câble, matériaux et procédés d'installation ont été déployés, particulièrement pour les câbles de communications et d'ordinateur. La recherche actuelle récente et celle en cours ont introduit des considérations au niveau de la science du feu, de l'ingénierie du feu, et des discussions avec les professionnels du feu ont montré que leur préoccupation majeure portait sur la chaleur, les flammes, la fumée, la réinflammation, l'embrasement éclair, le retour de flamme et l'effondrement de constructions.

Un grand nombre de feux ont eu lieu lesquels ont montré que les câbles de communications ne sont pas toujours la source première de feu, mais ils peuvent être impliqués dans les feux causés, par exemple, lors de défauts électriques sur des équipements d'alimentation, des appareils d'éclairage et des armoires de ventilation. Des feux sur équipement d'alimentation peuvent provoquer les feux des câblages verticaux, des feux de débris ont provoqué des feux dans des câblages de salles d'ordinateur, et des défauts d'appareils d'éclairage ont provoqué des feux dans des vides de plafond dissimulés.

Les résultats de recherche indiquent que lorsque les méthodes d'essai sont convenables pour évaluer les caractéristiques de réaction au feu des câbles, il convient de tenir compte des éléments suivants:

- a) **Chaleur:** La chaleur est un risque au feu non antérieurement abordé par les normes de câbles de la CEI.

Généralement, les câbles seraient impliqués dans un développement de feu, mais avec l'avènement de la bureautique (IT) et de postes de travail en Technologie de l'information, un nouveau risque d'incendie a été identifié. Ce risque commence avec un feu dans la corbeille à papier, sous le poste de travail, et peut conduire à un feu de 1 MW à 5 MW [18], comme les essais l'ont montré.

Les pratiques modernes d'installation des câbles, particulièrement avec des systèmes filaires structurés, ont conduit à des vides de construction donnant lieu à un regroupement dense de câbles de communications, augmentant de ce fait la charge combustible à des niveaux très élevés. Si les câbles superflus ne sont pas enlevés, beaucoup de générations de câbles peuvent être présentes avec des tenues au feu différentes (et quelquefois moins sûres) et des charges combustibles différentes. Il est recommandé, par conséquent, que les exigences de tenue au feu des câbles incluent le dégagement de chaleur comme paramètre majeur.

En matière de bonnes pratiques, il est aussi recommandé que les fabricants de câbles déclarent la valeur PCS de leurs produits et que les installateurs de câbles enlèvent les câbles superflus avant d'en installer de nouveaux.

- b) **Propagation du feu:** Certaines méthodes d'essai mesurent la longueur de la flamme pendant l'essai et d'autres mesurent la longueur carbonisée après l'essai. Certains matériaux de gainage sont conçus pour carboniser afin de limiter la propagation de la flamme, auquel cas la longueur carbonisée après l'essai peut être plus grande que la longueur de flamme durant l'essai. Il est maintenant reconnu que la mesure du résidu charbonneux après achèvement de l'essai n'est pas une mesure de la propagation de flamme, et les recherches, comme le projet du FIPEC, suggèrent le dégagement de chaleur comme indicateur plus précis.

L'EN 50289-4-11 et l'EN 13823 mesurent la propagation de flamme, la première le long des échantillons configurés horizontalement. Dans l'EN 13823, la propagation latérale de flamme est mesurée lors de l'essai des produits de construction sur plans, mais ce n'est pas pratique avec le montage de câble vertical. La vitesse de propagation verticale de flamme peut être observée, mais comme la longueur de l'échantillon n'est que de 1,5 m, la mesure du dégagement de chaleur peut être utilisée à la place puisqu'une brusque montée dans le dégagement de chaleur est une indication de propagation du feu.

7.2 Hazard considerations

The traditional approach to the fire performance of cables was based on the hazards presented by the cable designs, cable-making materials and installations applicable at that time. Since then, new cable designs, materials and installation practices have been deployed, particularly for communication and computer cables. Recent and current research has introduced considerations of fire science and fire engineering, and discussions with Fire Professionals have shown their major concerns to be heat, flame, smoke, re-ignition, flashover, flashback and structural collapse.

Many more fires have occurred which have shown that communication cables are still not a primary source of fire, but they may be involved in fires caused, for example, by electrical faults in power equipment, lighting fittings and cabinet fans. Power equipment fires can cause riser cable fires, rubbish fires have caused fires in computer room cabling and lighting fitting faults have caused fires in concealed ceiling voids.

The results of research indicate that when considering suitable test methods to assess cable reaction to fire characteristics, the following should be taken into account:

- a) **Heat:** Heat is a fire hazard not previously addressed by IEC cable standards.

Generally, cables would be involved in a developing fire, but with the advent of the IT office and workstations, a new fire hazard has been identified. This hazard starts with a fire in a waste paper basket under a workstation which tests have shown can result in a 1 MW to 5 MW fire [18].

Modern cable installation practices, particularly with structured wiring systems, have resulted in building voids becoming densely packed with communication cables, thereby increasing the fuel load to very high levels. If redundant cables are not removed, many generations of cables may be present with different (and sometimes less safe) fire performances and different fuel loads. It is recommended therefore that cable fire performance requirements should include heat release as a major parameter.

As a matter of good practice, it is also recommended that cable manufacturers declare the PCS value of their products and cable installers remove redundant cables before installing new ones.

- b) **Fire Propagation:** Some test methods measure flame length during the test, and others measure char length after the test. Some sheathing materials are designed to char in order to restrict flame propagation, in which case the char length after the test can be greater than the flame length during the test. It is now recognised that the measurement of char at the completion of the test is not a measure of flame spread, and research such as the FIPEC project suggests that heat release is a more accurate indicator.

EN 50289-4-11 and EN 13823 do measure flame spread, the former along horizontally configured samples. In EN 13823, lateral flame spread is measured when testing planar building products, but this is not practical with vertical cable mounting. The rate of vertical flame spread can be observed, but as the sample length is only 1,5 m, measurement of heat release can be used instead since a sudden rise in heat release is an indication of fire spread.

- c) **Fumée:** En considérant l'évacuation d'un bâtiment dans un scénario de feu évolutif, l'émission de fumée et la densité des fumées sont des risques critiques. Tandis que la fumée peut être évaluée à partir d'un grand nombre de perspectives et possède un grand nombre de composants, le paramètre principal pour l'estimation du risque est la mesure de l'obscurcissement par la fumée ou de la partie visible des effluents du feu. Plusieurs méthodes d'essai existent pour la mesure séparée indirecte de la production totale de fumée, du débit de fumée ou du facteur de transmission de la lumière (par exemple. CEI 61034, l'essai 3 m³), indépendamment des critères par lesquels les paramètres primaires de réaction au feu ont été mesurés. Cependant, il est recommandé que la mesure de la fumée des produits de construction, comme les câbles, fasse partie d'un protocole d'essai complet.

Basé sur des installations de câbles, à la fois horizontales et verticales, un ensemble de critères, concernant la production totale et la production crête de fumée pendant la durée de l'essai, est une bonne mesure de la contribution des câbles au risque de la fumée. Avec les mesures du facteur de transmission de la lumière à travers les effluents du feu, des descriptions de la densité optique crête et moyenne (dans les méthodes d'essai NFPA 262 et EN 50289-4-11), le taux de production de fumée en crête et la production de fumée totale à un moment donné, des données peuvent être générées afin d'établir des critères appropriés pour la tenue et la sélection de produits.

Il convient de noter que l'essai classique de la CEI 61034 est effectué sur des longueurs relativement courtes de câbles exposés à une source de feu d'alcool dans une enceinte de 3 m³. Destiné à un feu d'ordures dans un tunnel de chemin de fer souterrain, ce n'est pas un scénario en vraie grandeur et il n'est pas représentatif des installations de câbles de communications dans les bâtiments.

L'attention est attirée sur les indications sur l'opacité de la fumée données dans la CEI 60695-6-1.

- d) **Corrosion:** Les termes comme gaz acides, acidité et conductivité, définis par des mesures indirectes de teneur en halogène et du pH, ne sont pas bien compris par rapport aux risques du feu. Dans la première édition de la CEI 60754 (de laquelle dérivent la nouvelle édition de la série CEI 60754 et l'EN 50267-2-3), le risque est décrit comme la préoccupation formulée par les utilisateurs des câbles sur la quantité de gaz acides émise quand l'isolant, la gaine et les autres matériaux des câbles ont brûlés, puisque ces acides peuvent provoquer des dommages étendus pour des équipements électriques et électroniques non impliqués dans le feu lui-même. Il est aussi noté *«bien qu'il n'existe pas une corrélation quantitative directe entre le pH et la corrosivité, la détermination du pH et de la conductivité des gaz émis donne habituellement une indication qualitative de la possible corrosivité des gaz développés pendant un feu»*. Il n'existe pas de scénarios en vraie grandeur pour le danger des gaz acides, et la justification technique pour les exigences de la CEI 60754 n'est pas claire.

La CEI 60695-5-1 fournit des indications générales sur les dégâts de corrosion dus aux effets des effluents du feu et souligne que les essais indirects, qui mesurent le pH, la corrosivité et la concentration des acides, ont l'avantage d'être relativement simples, mais le désavantage de ne pas mesurer les dégâts de corrosion. Cependant, les dégâts de corrosion dus aux effets des effluents du feu peuvent être évalués en termes de taux d'altération fonctionnelle des produits affectés et la CEI 60695-5-3 est une méthode d'essai direct qui détermine la propension de produits de combustion des matériaux à provoquer un dégât de corrosion. Le développement des courants de fuite, qui pourraient provoquer des défaillances électriques ou électroniques dues à des courts-circuits ou à une diaphonie excessive, est mesuré par la réponse d'une cible standard (par exemple une carte de circuit imprimé) et aux produits de combustion déposés dans différentes conditions d'humidité relative. C'est une méthode directe et elle est considérée comme étant un essai plus approprié que la CEI 60754 ou l'EN 50267.

- e) **Pouvoir irritant:** Les effluents du feu qui irritent les yeux peuvent entraver l'évacuation. Cependant, il n'existe pour les câbles aucun scénario en vraie grandeur ou de méthodes d'essai connues. Un irritant peut être défini comme une substance toxique qui provoque des irritations pulmonaires et/ou sensorielles et par conséquent il convient qu'elle soit prise en considération avec la toxicité

- c) **Smoke:** When considering the evacuation of a building in an evolving fire scenario, smoke evolution and smoke density are critical hazards. Whilst smoke can be evaluated from many perspectives and has many components, the primary hazard assessment parameter is the measurement of smoke obscuration or the visible part of the fire effluent. Several test methods exist for the separate indirect measurement of total smoke production, smoke production rate or light transmittance (e.g. IEC 61034 series, the 3 metre cube test), independent to the criteria by which the primary reaction to fire parameters are measured. However it is recommended that smoke measurement for construction products like cables should be part of an integrated testing protocol.

Based on both horizontal and vertical installations for cables, an envelope of criteria of total and peak smoke production over the duration of the fire test is a good measure of a cable's contribution to the smoke hazard. With measurements of light transmittance through the fire effluent and descriptions of peak and average optical density (in test methods NFPA 262 and EN 50289-4-11), peak smoke production rate and total smoke production at a given time, data can be generated to establish appropriate criteria for product performance and selection.

It should be noted that the traditional IEC 61034 series test is carried out on relatively short lengths of cable exposed to an alcohol fire source in a 3-metre cube enclosure. Intended to represent a rubbish fire in an underground railway tunnel, it has no real scale scenario and it is not representative of communication cable installations in buildings.

Attention is drawn to the guidance on smoke opacity given in IEC 60695-6-1.

- d) **Corrosion:** Terms such as acid gas, acidity and conductivity defined by indirect measurements of halogen content and pH are not well understood in relation to fire hazards. In the first edition of IEC 60754, (from which the new edition of IEC 60754 series and EN 50267-2-3 were derived), the hazard is described as the concern expressed by cable users over the amount of acid gas evolved when cable insulating, sheathing and other materials are burned, since this acid can cause extensive damage to electrical and electronic equipment not involved in the fire itself. It is also stated *"although there is not a direct quantitative correlation between pH and corrosivity, the determination of pH and conductivity of evolved gases usually gives a qualitative indication of the possible corrosivity of the gases evolved during a fire"*. There is no real scale scenario for the hazard of acid gas, and the technical justification for the requirements in the IEC 60754 series is not clear.

IEC 60695-5-1 gives general guidance on the corrosion damage effects of fire effluents, and points out that indirect tests which measure pH, conductivity and concentration of acids have the advantage of being relatively simple, but have the disadvantage that they do not measure corrosion damage. However, corrosion damage effects of fire effluents can be assessed in terms of the rate of functional impairment of the products affected and IEC 60695-5-3 is a direct test method that determines the propensity of a material's combustion products to cause corrosion damage. The development of leakage currents, that could cause electrical or electronic equipment failure due to short circuits or excessive crosstalk, is measured by the response of a standard target (e.g. a printed circuit board) to deposited combustion products in different relative humidity conditions. It is a direct method and is considered to be a more appropriate test than the IEC 60754 series or EN 50267.

- e) **Irritancy:** Fire effluents which irritate the eyes can hinder evacuation. However there is no real scale scenario or any known test methods for cables. An irritant can be defined as a toxicant which causes pulmonary and/or sensory irritancy and therefore should be considered along with toxicity.

- f) **Toxicité:** L'évaluation de la contribution de la toxicité des produits de combustion au risque du feu exige des essais à grande échelle de produits dans la forme et l'orientation dans lesquelles ils sont utilisés réellement. Des essais de toxicité à petite échelle ont été développés pour fournir des données pour un filtrage préliminaire des matériaux soumis à un ensemble donné de conditions d'essai. Bien que ces essais puissent être utiles dans le processus de sélection des matériaux, cela n'a pas éliminé le besoin d'essais à grande échelle pour la validation de la contribution d'un câble réel au risque d'un vrai feu.

Les matériaux organiques produisent du monoxyde de carbone (CO) et du dioxyde de carbone (CO₂), pendant la combustion. Le rôle du monoxyde de carbone dans les décès dus au feu a été étudié au niveau mondial.

Une étude de Beri et Halpin de 1978 a analysé 463 décès dus au feu et fournit une preuve statistique que la toxicité pourrait être presque entièrement l'affaire du monoxyde de carbone [1]. Cela est conforté par des preuves, provenant de feux réels et des accidents de personnes dus au feu, qui montrent que les espèces chimiques à haute toxicité ne sont pas d'importance et que le monoxyde de carbone est de loin l'agent le plus significatif à la contribution au risque toxique. Les autres agents de grande importance sont l'acide cyanhydrique, le dioxyde de carbone et les irritants. Mais il existe d'autres menaces non toxiques pour la vie comme la chaleur et l'énergie rayonnante, les effets de l'épuisement de l'oxygène et de l'obscurcissement par la fumée.

Une étude [2] conduite par l'Association nationale des fabricants électriques (NEMA) aux USA montre qu'il n'existe pas de différences significatives pour la valeur CL₅₀ entre les classes de polymères [2].

Il n'y a pas de validation connue d'une méthode d'essai de toxicité ou d'indice de toxicité (par exemple NES 713) pour tester à grande échelle les câbles de communications.

Le plus important facteur affectant l'amplitude du risque de toxicité est la quantité d'effluents produite. Celle-ci est proportionnelle à la taille du feu, à la facilité d'allumage et à la vitesse d'accroissement du feu. Réduire ces facteurs en améliorant la tenue au feu des câbles réduira en même temps les taux d'épuisement de l'oxygène, de dégagement de chaleur, de l'obscurcissement par la fumée et de génération de gaz toxique. L'attention est attirée sur les travaux du CE 89 de la CEI, et il est proposé que pour le moment, il ne soit pas possible de traiter significativement de la toxicité et de l'irritation dans les spécifications de câbles mais d'attendre la sortie de ces travaux.

- g) **Chemins de propagation du feu:** Il convient que des notes soient écrites à partir d'exemples de chemins de propagation du feu comme identifié par l'ISO TC 92. La propagation du feu à l'intérieur des toits, au-dessus des plafonds, sous les planchers et à travers les vides de construction horizontaux et verticaux sont considérés comme pertinents pour des câbles de communications dans les bâtiments.

7.3 Risques courants du feu

Une plus ample expérience des feux et les résultats des recherches montrent que les risques du feu à aborder nécessairement dans les spécifications des câbles sont les suivants.

- Chaleur – embrasement éclair, retour de flamme, intégrité de structure.
- Fumée – opacité.
- Propagation – propagation de flamme, gouttelettes enflammées.
- Inflammabilité.
- Effluents – pouvoir irritant, gaz acides, corrosion, toxicité, fiabilité électronique.

- f) **Toxicity:** Evaluation of the contribution of the toxicity of combustion products to the fire hazard requires large-scale testing of products in the form and orientation in which it is actually used. Small-scale toxicity tests have been developed to provide data for preliminary screening of materials under a given set of test conditions. Although these tests may be useful in the material selection process, it does not eliminate the need for large scale testing for validation of the contribution of an actual cable to the true fire hazard.

Organic materials generate carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂), during combustion. The role of carbon monoxide in fire deaths has been studied worldwide.

One study in 1978 by Beri and Halpin analyzed 463 fire deaths and provides statistical evidence that toxicity might be almost entirely a matter of carbon monoxide [1]. This is supported by evidence from real fires and fire casualties that suggests that chemical species with high toxicity are not important and carbon monoxide is by far the most significant agent contributing to toxic hazard. Other agents of major significance are hydrogen cyanide, carbon dioxide and irritants. But there are other non-toxic threats to life in fires such as heat and radiant energy, the effects of depletion of oxygen and smoke obscuration.

A study [2] conducted by the National Electrical Manufacturers Association (NEMA) in the United States shows there is no significant difference in LC₅₀ values between classes of polymers [2].

There has been no known validation of any toxicity test method or toxicity index (e.g. NES 713) to large scale testing of communication cables.

The most important factor affecting the magnitude of toxic hazard is the amount of effluent produced. This is proportional to the size of the fire, the ease of ignition and the rate of fire growth. Reducing these factors by enhancing the fire performance of cables will also reduce the rates of oxygen depletion, heat release, smoke obscuration and toxic gas generation. Attention is drawn to the work of IEC TC 89, and it is suggested that for the time being it is not possible to address toxicity and irritancy meaningfully in cable specifications but to await the outcome of that work.

- g) **Fire spread routes:** Note should be made of the examples of fire spread routes as identified by ISO TC 92. Fire spread within roofs, above ceilings, below floors and through horizontal and vertical building voids are considered relevant to communication cables in buildings.

7.3 Current fire hazards

Further experience of fires and the results of research indicate that currently the fire hazards that need to be addressed in cable specifications are:

- Heat – flashover, flashback, structural integrity.
- Smoke – opacity.
- Propagation – flame spread, flaming droplets.
- Ignitability.
- Effluents – irritancy, acid gas, corrosion, toxicity, electronic reliability.

8 Méthodes d'essai

8.1 Revue

Dans la décennie, depuis que la dernière revue complète connue des méthodes d'essai au feu des câbles a été entreprise par le NIST [10], beaucoup d'amendements et de suppléments ont été apportés aux méthodes d'essai. Les méthodes d'essai des câbles peuvent être regroupées et classées en termes de sévérité comme montré au Tableau 4, et l'Annexe E présente un nouvel examen de la situation actuelle de ces diverses méthodes d'essai. Des commentaires complémentaires sont donnés ci-dessous.

Tableau 4 – Méthodes d'essai

NFPA 262	EN 50289-4-11	FT 6
UL 1666		
FT 4 (UL 1685 Méthode 2)		EN 13823 (SBI)
Série CEI 60332-3	EN 50266-2	
UL 1685 (Méthode 1)		
Série CEI 60332-1	UL VW 1	EN 50265

8.2 NFPA 262/EN 50289-4-11

Le scénario en vraie grandeur de la NFPA 262 (antérieurement UL 910) est constitué de deux pièces et d'un corridor avec un feu d'un berceau en bois, simulant un feu d'ordures ménagères ou de corbeille à papiers. Cet essai a été développé pour les produits de construction et initialement l'intérêt principal était l'émission de fumée.

Il existe 5 plates-formes au niveau mondial (3 aux USA, 1 au Royaume-Uni et 1 au Japon) qui ont subi une importante harmonisation.

L'EN 50289-4-11 est une méthode d'essai européenne dérivée de la NFPA 262, et elle est spécifique aux câbles pour des environnements sévères, à la fois aussi bien au CENELEC qu'à la CEI. L'EN 50289 et la NFPA 262 ont de très bonnes corrélations avec leurs scénarios en vraie grandeur qui est la plate-forme d'essai «Cardington».

L'utilisation de cet essai est recommandée pour définir la tenue au feu des câbles en

- installations horizontales et à forte densité en câbles de communications;
- installations à haut risque/à danger élevé, par exemple aérospatiale, marine, plate-forme pétrolière, tunnels, etc.;
- installations sujettes à réglementation.

Il convient de noter que le CE 89 de la CEI a reconnu cet essai comme la seule méthode d'évaluation de la propagation horizontale de la flamme et de la fumée.

Le coût d'un essai est relativement peu élevé à cause de la simplicité du montage de l'échantillon.

8 Test methods

8.1 Review

In the decade since the last known comprehensive review of cable fire test methods was undertaken by NIST [10], many amendments and additions have been made to test methods. Cable test methods can be grouped and ranked in terms of severity as shown in Table 4 and a further review of the current status of these various test methods is shown in Annex E. Additional comments are given below.

Table 4 – Test methods

NFPA 262	EN 50289-4-11	CSA FT6
UL 1666		
CSA FT 4 (UL 1685 Method 2)		EN 13823 (SBI)
IEC 60332-3 series	EN 50266-2	
UL 1685 (Method 1)		
IEC 60332-1 series	UL VW 1	EN 50265

8.2 NFPA 262/EN 50289-4-11

The NFPA 262 (formerly UL 910) real scale scenario is two rooms and a corridor with a wood crib fire simulating a rubbish or waste paper basket fire. The test was developed for building products and initially, the main interest was smoke production.

There are 5 rigs worldwide (3 in USA, 1 in UK and 1 in Japan) which have undergone an extensive harmonisation.

EN 50289-4-11 is the European test method derived from NFPA 262, and is specified for cables for harsh environments both in CENELEC and IEC. EN 50289-4-11 and NFPA 262 have very good correlations to their real scale scenario which is the “Cardington” test rig.

The recommended use for this test is in defining the fire performance of cables in:

- Horizontal high-density telecommunication installations.
- High-risk/high-hazard installations e.g. aerospace, nautical, oil rigs, tunnels etc.
- Installations subject to regulation.

It should be noted that IEC TC 89 has recognised this test as the only method of assessing horizontal flame spread and smoke.

The cost of a test is relatively cheap because of the simplicity of the sample mounting.

8.3 Série CEI 60332-3/EN 50266

Cet essai a été développé pour simuler un feu dans un conduit vertical dans une centrale électrique ayant de gros câbles électriques montés sur des échelles verticales. Il n'existe pas de scénario en vraie grandeur connu.

La sélection de l'échantillon est basée sur un volume non métallique, Catégorie A 7 l/m exigé, Catégorie B 3,5 l/m exigé, Catégorie C 1,5 l/m exigé et Catégorie D 0,5 l/m exigé.

Si cet essai est utilisé pour les petits câbles de communications, un très grand nombre de câbles peut être impliqué et l'essai devient un essai de matériaux qui n'est pas représentatif des installations classiques de câbles horizontaux de communications.

Initialement, le seul critère de tenue au feu était une longueur carbonisée inférieure à 2,5 m après l'achèvement de l'essai.

La disponibilité de la plate-forme est meilleure que pour l'EN 50289-4-11.

Les désavantages principaux sont les suivants:

- a) ventilation insuffisante;
- b) sélection de l'échantillon effectuée par le volume de matériau incombustible;
- c) variation d'une plate-forme à une autre;
- d) harmonisation limitée;
- e) source de chaleur insuffisante pour la différenciation des produits;
- f) montage de l'échantillon de la norme CEI est soumis à interprétation;
- g) ne s'est pas montré pertinent pour les installations de câbles de communications (aucun scénario en vraie grandeur);
- h) ne fournit pas de données pour «réaction au feu»;
- i) pas de maîtrise de l'environnement de la plate-forme.

8.4 UL 1666

Cette méthode d'essai représente des installations réelles de câbles de communications dans un conduit vertical qui perce les planchers d'un bâtiment. Les échantillons sont montés au contact en une seule couche, sur une largeur de 300 mm.

Parmi les avantages: des échantillons conditionnés et la simplicité de l'essai.

Parmi les inconvénients il est à noter que la fumée n'est pas mesurée et que la disponibilité de la plate-forme est limitée.

8.5 UL1685/FT4

UL 1685 représente des installations en plateaux verticaux dans une centrale nucléaire. C'est un essai général proposé pour des fils de bâtiments, des câbles de données et d'énergie et d'autres câbles à tenue au feu relativement faible. Il possède un débit d'air adéquat mais il n'y a pas de maîtrise de l'environnement.

Les échantillons sont montés espacés en une seule couche, sur une largeur de 150 mm. Le critère de la tenue au feu est le résidu charbonneux et la production de fumée, avec le dégagement de chaleur en option. Le FT4 est un essai canadien utilisant la même méthode mais avec un brûleur oblique et des câbles en faisceaux.

8.3 IEC 60332-3 series/EN 50266

This test was developed to simulate a fire in a vertical shaft in a power station with large electrical cables mounted on vertical ladders. There is no known real scale scenario.

Sample selection is based on non-metallic volume, Category A requiring 7 l/m, Category B requiring 3,5 l/m, Category C requiring 1,5 l/m and Category D requiring 0,5 l/m.

If this test is used for small communication cables, very large numbers of cables can be involved and the test becomes a material test that is not representative of typical communication cable horizontal installations.

Initially the only criterion of performance was a char length less than 2,5 m after completion of the test.

Rig availability is better than EN 50289-4-11.

The main disadvantages are seen as:

- a) insufficient ventilation;
- b) sample selection is by volume of non-combustible material;
- c) rig to rig variation;
- d) limited harmonisation;
- e) insufficient heat source for product differentiation;
- f) sample mounting in the IEC standard is open to interpretation;
- g) has not shown to be relevant to communication cable installations (no real scale scenario);
- h) does not generate "reaction to fire" data;
- i) rig environment is not controlled.

8.4 UL 1666

This test method represents real installations of communication cables in a vertical riser shaft that breaches floors in a building. Samples are mounted in one layer touching, over a width of 300 mm.

The advantages include conditioned samples and simplicity of test.

Amongst the disadvantages are that smoke is not measured, and rig availability is limited.

8.5 UL1685/CSA FT4

UL 1685 represents vertical tray installations in a nuclear power station. It is a general purpose test for building wires, data and power cables and other relatively low fire performance cables. It has adequate airflow but is not environmentally controlled.

The samples are mounted in one layer, spaced over a width of 150 mm. The criterion of performance is char and smoke production with heat release as an option. CSA FT4 is a Canadian test using the same method but with an angled burner and bundled cables.

8.6 EN 13823 (SBI)

Cet essai intermédiaire a été développé pour la mesure des paramètres de réaction au feu des produits de construction, et leur classification pour la CPD.

Son scénario de référence en vraie grandeur est l'ISO 9705.

La SBI est un essai vertical représentant un feu se développant dans le coin d'une pièce. Les avantages principaux sont la disponibilité de la plate-forme (en Europe), la corrélation établie avec un scénario en vraie grandeur, il mesure la réaction au feu et les échantillons sont préconditionnés. L'inconvénient principal est le manque de maîtrise de l'environnement (qui peut ne pas être nécessaire).

Les modifications aux procédures de montage et de sélection d'échantillon du SBI proposées par le projet du PII sont nécessaires, et le FIPEC a souligné que le montage était le facteur le plus important influençant les résultats des essais dans la plate-forme de la série CEI 60332-3. Les recherches privées ultérieures [11] [15] ont montré qu'avec des échantillons liés longitudinalement à la face avant de chacune des deux échelles, en une seule couche avec les échantillons adjacents en contact, l'EN 13823 différencie les diverses tenues au feu des câbles de communications habituellement sur le marché. Cette procédure de montage est décrite en Annexe A.

8.7 Considérations générales des méthodes d'essai

8.7.1 Sélection d'échantillon

La sélection d'échantillon par le volume de matériau combustible n'est pas appropriée pour différencier la tenue au feu des câbles de communications quand le rapport des matériaux combustibles sur les matériaux incombustible est élevé. A 1,5 l/m, l'essai est un essai de matériaux, éliminant les matériaux les plus sophistiqués, par exemple des câbles utilisant des épaisseurs plus fines de matériaux à performances plus élevées nécessiteraient un nombre plus important de câbles pour maintenir constante la teneur en combustible.

8.7.2 Montage des câbles

Plusieurs méthodes d'essai utilisent des câbles montés en faisceaux, ou bien torsadés ou bien parallèles avec des faisceaux généralement espacés. La CEI 60332-3-24, catégorie C, utilise des câbles au contact en multicouches tandis que d'autres utilisent une couche de câbles au contact. L'expérience dans les essais des câbles en faisceaux a montré des problèmes pratiques à parvenir à une configuration d'essai fidèlement reproductible. Par exemple, le serrage du faisceau peut donner ou bien un effet de cheminée lorsque lâche, ou bien une protection vers le centre des câbles lorsque serré et la configuration du faisceau peut être plus ou moins sévère, cela dépendant des modèles de câbles et des matériaux. Le problème est plus accentué si, comme dans les méthodes d'essai de la FIPEC, les faisceaux ne sont pas torsadés. De plus, les faisceaux utilisés pour les essais au feu ne sont pas représentatifs des techniques d'installation typiques.

8.7.3 Environnement conditionné

Seulement une méthode d'essai demande que la plate-forme d'essai soit installée dans un environnement conditionné, et le programme d'harmonisation pour la NFPA 262 a montré que cela était important. D'autres essais comme ceux de la CEI 60332-3-24, catégorie C, et de l'EN 13823 n'exigent pas de tels contrôles et il est nécessaire d'apporter plus d'attention aux essais pour lesquels un environnement conditionné est nécessaire de ceux pour lesquels ce n'est pas important. En matière de bonnes pratiques, un environnement conditionné est recommandé.

8.6 EN 13823 (SBI)

This intermediate test has been developed for the measurement of reaction to fire parameters of building products, and their classification under the CPD.

Its real scale reference scenario is ISO 9705.

The SBI is a vertical test representing a developing fire in a room corner. The main advantages are rig availability (in Europe), established correlation to the real scale scenario, it measures reaction to fire and samples are preconditioned. The main disadvantage is the lack of environmental control (which may not be necessary).

The PII project suggested modifications to the SBI sample selection and mounting procedures are needed, and FIPEC stressed that mounting was the most important factor influencing test results in the rig of IEC 60332-3 series. Subsequent private research [11] [15] has shown that with samples attached longitudinally to the front of each of the two ladders, in single layers with adjacent samples touching, EN 13823 discriminates the various fire performances of communication cables currently on the market. This mounting procedure is described in Annex A.

8.7 General test method considerations

8.7.1 Sample selection

Sample selection by volume of combustible material is not suitable for discriminating the fire performance of communication cables where the ratio of combustible to non combustible materials is high. At 1,5 l/m the test is a materials test, discriminating against the more sophisticated materials, e.g. cables using thinner thickness of higher performance materials would need a larger number of cables to keep the combustible content constant.

8.7.2 Cable mounting

Several test methods use cables mounted in bundles, either twisted or parallel with bundles generally spaced. IEC 60332-3-24, Category C, uses cables touching in multiple layers whilst others use one layer of touching cables. Experience with testing cables in bundles has shown practical problems with achieving a consistent repeatable test configuration. For example tightness of bundling can give either a chimney effect if slack, or protection to the centre cables if tight and the bundle configuration can be more or less severe depending on cable designs and materials. The problem is more pronounced if, as in the FIPEC test methods, the bundles are not twisted. Also the bundles used for fire tests do not represent typical installation techniques.

8.7.3 Conditioned environment

Only one test method calls for the test rig to be installed in a conditioned environment, and the harmonisation programme for NFPA 262 showed it to be important. Other tests such as IEC 60332-3-24, Category C, and EN 13823 do not require such controls and more consideration needs to be given to which tests a conditioned environment is necessary and for which tests it is not important. For good practice, a conditioned environment is recommended.

8.7.4 Scénario en vraie grandeur

Il est essentiel que toutes les méthodes d'essai possèdent une bonne corrélation avec un scénario en vraie grandeur. Pour les câbles de communications dans les bâtiments, le scénario de référence en vraie grandeur est la plate-forme d'essai «Cardington».

8.7.5 Méthode d'essai intégrée

Il convient que les paramètres de tenue au feu pour l'évaluation des risques du feu soient mesurés, autant que possible, par la même méthode d'essai intégrée. Des essais indirects séparés comme ceux de la série de publications CEI 61034, de l'ASTM E6662-01 [19] et de la série de publications CEI 60754 n'ont pas la faveur puisqu'il n'existe pas de scénario en vraie grandeur en rapport aux installations réelles des câbles dans les bâtiments.

8.8 Conclusions de méthodes d'essai

Toutes les méthodes d'essai existantes peuvent être remplacées par quatre comme suit:

- a) Un essai horizontal sévère comme celui de l'EN 50289-4-11. En plus d'avoir une excellente corrélation avec la plate-forme d'essai «Cardington», il est équivalent à celui de la NFPA 262, un essai de produit de construction pour lequel il existe aussi un scénario en vraie grandeur. Cette méthode peut être utilisée pour définir une tenue au feu améliorée dans les installations à haute densité et à risques. Un essai d'une durée de 20 min est recommandé.
- b) Un essai de plateau vertical ou d'échelle avec divers degrés de tenue au feu. Celui de l'EN 13823 possède un scénario en vraie grandeur (ISO 9705) et avec un montage d'échantillon approprié, il est convenable pour définir les tenues au feu des câbles pour câblages verticaux et installations générales. Le montage d'échantillon est important dans cette méthode d'essai et il a été montré qu'un montage représentatif de câbles posés à plat au contact en une seule couche donne une différenciation satisfaisante, répétable et reproductible. La procédure recommandée pour le montage des câbles dans cette méthode d'essai est indiquée en Annexe A. Un essai d'une durée de 20 min est recommandé.
- c) Pour l'inflammabilité, l'essai de la série CEI 60332-1 est un essai approprié pour les câbles de communications.
- d) Pour les installations avec des équipements critiques pour la continuité de l'activité, un essai de corrosion convenable est celui de la CEI 60695-5-3.
- e) Ces méthodes d'essai peuvent être reliées avec les risques du feu, les installations et les applications d'utilisation finale des câbles de communications comme indiqué dans l'Annexe C.

9 Exigences en tenue au feu

9.1 Paramètres

Les exigences traditionnelles de tenue au feu, spécifiées dans les normes des câbles, ne sont plus appropriées aux installations modernes de câbles de communications dans les bâtiments. En particulier, une tenue au feu améliorée est nécessaire pour atténuer le risque présenté par les concentrations élevées de câbles de données dans des espaces horizontaux dissimulés.

Les recherches ont montré que les risques, à aborder dans les normes des câbles, devraient maintenant être la chaleur, la fumée, la propagation, l'inflammabilité et les effluents. Les paramètres d'essai spécifiés devraient se rapporter à l'application d'utilisation finale et aux pratiques d'installation classiques, et les méthodes d'essai devraient avoir une bonne corrélation avec un scénario en vraie grandeur.

8.7.4 Real scale scenario

It is essential that all test methods have a good correlation to a real scale scenario. For communication cables in buildings, the real scale reference scenario is the “Cardington” test rig.

8.7.5 Integrated test method

As many as possible of the fire performance parameters for fire hazard assessment should be measured in the same integrated test method. Separate indirect tests such as the IEC 61034 series, ASTM E6662-01 [19] and the IEC 60754 series are not favoured since they do not have a real scale scenario related to actual installations of cables in buildings.

8.8 Test method conclusions

All existing cable test methods can be replaced by four as follows:

- a) A severe horizontal test such as EN 50289-4-11. As well as having an excellent correlation to the “Cardington” test rig, it is equivalent to NFPA 262, a building product test for which a real scale scenario also exists. This method can be used to define the enhanced fire performance required for high density and hazardous installations. A test duration of 20 min is recommended.
- b) A vertical tray or ladder test with various grades of performance. EN 13823 has a real scale scenario (ISO 9705) and with the appropriate sample mounting, is suitable for defining the cable fire performances for vertical riser and general installations. Sample mounting is important in this test method and it has been shown that a representative mounting of cables laid flat in a single layer with cables touching, gives satisfactory differentiation, repeatability and reproducibility. The recommended procedure for mounting cables in this test method is shown in Annex A. A test duration of 20 min is recommended.
- c) For ignitability, IEC 60332-1 series is an appropriate test for communication cables.
- d) For installations with equipment critical to business continuity, a suitable corrosion test is IEC 60695-5-3.
- e) These test methods can be linked with the fire hazards, installations and end use applications of communication cables in buildings as shown in Annex C.

9 Fire performance requirements

9.1 Parameters

The traditional fire performance requirements specified in cable standards are no longer appropriate for modern installations of communication cables in buildings. In particular, an enhanced fire performance is necessary to mitigate the hazard presented by heavy concentrations of data cables in horizontal concealed spaces.

Research has shown that the hazards to be addressed in cable standards should now be heat, smoke, propagation, ignitability and effluents. The test parameters specified should relate to the end-use application and typical installation practices, and the test methods should have a good correlation to a real scale scenario.

L'attention est attirée sur les travaux du CE 89 de la CEI: *Contrôle des risques du feu*, et sur les paramètres abordés dans la série de publications CEI 60695, qui confirment que pour décrire complètement la réaction au feu des câbles, les paramètres suivants devraient être pris en considération:

- crête du débit calorifique;
- dégagement thermique total;
- crête du débit d'émission de fumée;
- émission de fumée totale;
- crête de la densité optique;
- densité moyenne optique;
- propagation de flamme;
- inflammabilité;
- gouttelettes enflammées;
- corrosion;
- toxicité.

9.2 Chaleur

L'importance du dégagement de chaleur comme paramètre de tenue au feu est confirmée par l'EN 13501-1 qui spécifie le dégagement thermique total et le FIGRA, mesuré dans l'essai de l'EN 13823. Le FIGRA est un indice de l'extension du feu dérivé du pic de dégagement de chaleur et du temps auquel le pic se produit.

Pour les câbles de communications modernes, les exigences demandées pour transmission électrique en haute fréquence limitent le choix de matériaux isolants à un petit nombre de matériaux purs électriquement avec des permittivités et des pertes diélectriques faibles. Un plus large choix de matériaux est disponible pour le gainage, mais quand la tenue au feu a de l'importance, il convient de porter attention à des propriétés comme le pouvoir calorifique supérieur comme indiqué dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Matériaux classiques de câble de communications

Application	Matériau	Valeur calorifique kJ/g
Isolation	PP	45 – 50
Isolation	PE	20 – 40
Gaine	Sans halogène	15 – 25
Gaine	PVC	15 – 25
Gaine	PVDF	4 – 10
Gaine	PVC à faible émission de fumée	4 – 8
Isolation	FEP	5

Avec ces matériaux, deux réactions au feu peuvent être rencontrées avec des câbles de communications, ceux pour lesquels une combustion se produit tôt et ceux pour lesquels, de par la nature soit de leur construction soit des matériaux de gainage, la combustion se produit à une étape ultérieure du feu. Pour de tels comportements, le FIGRA n'est pas fiable et présente des problèmes de répétabilité et de reproductibilité aussi bien que des problèmes d'interprétation du risque au feu. Il est proposé qu'une mesure plus réaliste et fiable de la tenue au feu soit de faire appel à la fois au pic du dégagement de chaleur et au dégagement thermique total, le dernier étant défini par une enveloppe avec des valeurs spécifiées aux différentes étapes de l'essai. L'essai de l'EN 13823 est un essai de 20 min, et en mesurant le pic du dégagement de chaleur durant l'essai, ainsi que le dégagement thermique total à 10 min et 20 min, le développement du feu peut être spécifiée.

Attention is drawn to the work of IEC TC 89 (*Fire Hazard Testing*), and the parameters addressed in the IEC 60695 series of publications which confirm that to fully describe the burning behaviour of cables, the following parameters should be considered:

- peak heat release rate;
- total heat release;
- peak smoke production rate;
- total smoke production;
- peak optical density;
- average optical density;
- flame spread;
- ignitability;
- flaming droplets;
- corrosion;
- toxicity.

9.2 Heat

The importance of heat release as a fire performance parameter is confirmed by EN 13501-1 which specifies Total Heat Release and FIGRA, measured in the EN 13823 test. FIGRA is a fire growth index derived from the peak heat release and the time at which the peak occurs.

For modern communication cables, the demanding electrical transmission requirements at high frequencies restrict the choice of insulating materials to a few electrically pure materials with low permittivities and dielectric losses. A wider choice of materials is available for sheathing, but when fire performance is important, consideration should be given to properties such as gross calorific potential as shown in Table 5.

Table 5 – Typical communication cable materials

Application	Material	Calorific value kJ/g
Insulation	PP	45 – 50
Insulation	PE	20 – 40
Sheath	HF	15 – 25
Sheath	PVC	15 – 25
Sheath	PVDF	4 – 10
Sheath	LSPVC	4 – 8
Insulation	FEP	5

With these materials, two burning behaviours can be experienced with communication cables, those for which any burning occurs early, and those for which by the nature of their construction or sheathing materials, burning occurs at a later stage in a fire. For such behaviours, FIGRA is unreliable and presents problems with repeatability and reproducibility as well as interpretation of the fire hazard. It is proposed that a more realistic and reliable measure of fire performance is to address both peak heat release and total heat release, the latter being defined by an envelope with values specified at various stages of the test. EN 13823 is a 20 min test and by measuring peak heat release throughout the test, and total heat release at 10 min and 20 min, fire growth can be specified.

Les exigences et les méthodes d'essai recommandées pour la chaleur sont indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Exigences recommandées pour la chaleur

Méthode d'essai			Installation	Crête du HRR kW	HR totale	
Référence	Source de chaleur kW	Débit d'air			600 s MJ	1 200 s MJ
EN 50289-4-11	88	7 m³/min	Horizontale	90	20	40
EN 13823	30	Convection	Câblage vertical	40	20	30
			Générale	95	30	40

NOTE Dans les deux méthodes d'essai, les échantillons sont configurés en une seule couche avec des câbles au contact.

Bien que les critères du Tableau 6 représentent une hiérarchie en tenue au feu, puisque les méthodes d'essai sont différentes, les critères peuvent être différents d'un essai à un autre.

9.3 Fumée

Les divers projets de recherche ont confirmé que l'émission de fumée pendant un feu est un élément important de la sécurité au feu, et le comportement devrait être spécifié pour des installations horizontales, des installations à conduits verticaux et des installations générales. L'exigence, pour un scénario en vraie grandeur, s'applique aussi bien à la fumée qu'aux autres paramètres de réaction au feu, et il est par conséquent approprié d'intégrer les mesures de fumée dans les méthodes d'essai de tenue au feu. L'EN 13501-1 définit la fumée en termes d'émission de fumée totale et de SMOGRA, mais, appliquant la même logique qu'avec le FIGRA, il est préféré une approche spécifiant le pic de l'émission de fumée et une enveloppe de l'émission de fumée totale.

Les exigences et les méthodes d'essai recommandées pour la fumée sont indiquées dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Exigences recommandées pour la fumée

Méthode d'essai			Installation	Crête du SPR m²/s	SP totale	
Référence	Source de chaleur kW	Débit d'air			600 s m²	1 200 s m²
EN 50289-4-11	88	7 m³/min	Horizontale	0,35	75	80
EN 13823	30	Convection	Câblage vertical	1,0	160	240
			Générale	0,75	80	160

NOTE Dans les deux méthodes d'essai, les échantillons sont configurés en une seule couche avec des câbles au contact.

Bien que les critères du Tableau 7 représentent une hiérarchie en tenue au feu, puisque les méthodes d'essai sont différentes, les critères peuvent être différents d'un essai à un autre.

9.4 Propagation

La propagation est définie par la propagation de flamme. La réglementation exigeant la mesure de la propagation de flamme s'applique seulement pour améliorer la tenue au feu des câbles testés conformément à la NFPA 262 et à l'EN 50289-4-11. Par conséquent, avec ces méthodes d'essai, il est recommandé de spécifier une propagation de flamme maximale de 1,5 m.

The recommended requirements and test methods for heat are shown in Table 6.

Table 6 – Recommended requirements for heat

Test method			Installation	Peak HRR kW	Total HR	
Reference	Heat source kW	Airflow			600 s MJ	1 200 s MJ
EN 50289-4-11	88	7 m ³ /min	Horizontal	90	20	40
EN 13823	30	Convection	Vertical riser	40	20	30
			General	95	30	40

NOTE In both test methods, the samples are configured in a single layer with cables touching.

Although the criteria in Table 6 represent a performance hierarchy, since the test methods are different, the criteria may be different from test to test.

9.3 Smoke

The various research projects have confirmed that smoke emission during a fire is an important element of fire safety, and a performance should be specified for horizontal, vertical riser and general installations. The requirement for a real scale reference scenario, applies to smoke as well as other reaction to fire parameters, and it is therefore appropriate to integrate smoke measurements into the fire performance test methods. EN 13501-1 defines smoke in terms of total smoke production and SMOGRA, but applying the same logic as with FIGRA, an approach specifying peak smoke production and an envelope of total smoke production is preferred.

The recommended requirements and test methods for smoke are shown in Table 7.

Table 7 – Recommended requirements for smoke

Test method			Installation	Peak SPR m ² /s	Total SP	
Reference	Heat source kW	Airflow			600 s m ²	1 200 s m ²
EN 50289-4-11	88	7 m ³ /min	Horizontal	0,35	75	80
EN 13823	30	Convection	Vertical riser	1,0	160	240
			General	0,75	80	160

NOTE In both test methods, the samples are configured in a single layer with cables touching.

Although the criteria in Table 7 represent a performance hierarchy, since the test methods are different, the criteria may be different from test to test.

9.4 Propagation

Propagation is defined by flame spread. Regulation requiring the measurement of flame spread applies only to enhanced fire performance cables tested to NFPA 262 and EN 50289-4-11. It is therefore recommended that with these test methods, a maximum flame spread of 1,5 m is specified.

9.5 Inflammabilité

Les exigences existantes de la série CEI 60332-1 sont jugées satisfaisantes pour les applications d'utilisation finale telles que des câbles de zone de travail ou des cordons de brassage en situation exposée.

9.6 Effets préjudiciables des effluents du feu

En prenant en compte les indications données dans la CEI 60695-5-1 sur la corrosion, il est recommandé que les dommages des effluents de feu soit évalués par la CEI 60695-5-3, avec une limite spécifiée de 10^{-6} A pour le courant de fuite [21], pour des installations où la protection des équipements est critique.

9.7 Gouttelettes enflammées

L'EN 13501-1 exige l'observation de tout matériau se séparant des échantillons pendant l'essai de l'EN 13823, et une mesure de la durée de toute combustion vive. Les gouttelettes enflammées peuvent être une source de propagation du feu, et il est recommandé que dans les essais pour l'EN 50289-4-11 et l'EN 13823, la durée maximale de toute combustion secondaire de ce type soit spécifiée à 10 s.

9.8 Toxicité

La CEI 60695-7-1 donne des indications générales sur la toxicité des effluents du feu. Cependant, la connaissance actuelle des risques spécifiques présentés par les câbles est telle que, pour le moment, il est considéré que toutes exigences pour la toxicité et le pouvoir irritant vont au-delà des attentes des spécifications des câbles.

Dans le futur, le travail du CE 89 de la CEI apportera des éléments complémentaires à prendre en compte sur ce sujet.

10 Conclusions

10.1 Les exigences traditionnelles de tenue au feu, spécifiées dans les normes des câbles de la CEI, ont été utilisées pendant de nombreuses années et elles sont basées sur des considérations de risques du feu qui ont été estimées comme valides au moment où elles ont été développées. Cependant, les recherches récentes ont montré que ces exigences ne sont plus appropriées pour les câbles de communications actuellement installés dans les bâtiments.

10.2 Une tenue au feu améliorée est nécessaire pour atténuer le risque présenté par les fortes concentrations de câbles de communications placés dans des espaces horizontaux dissimulés. Ces tenues au feu sont de très loin supérieures à celles spécifiées précédemment dans les publications de la CEI, et fournissent un plus haut degré de sécurité au feu.

10.3 Une approche scientifique du feu pour les feux de câbles a montré que différents paramètres sont maintenant à spécifier nécessairement avec des méthodes d'essai corrélées aux scénarios en vraie grandeur, et des exigences de tenue au feu correspondant aux applications en utilisation finale typiques.

10.4 La tenue au feu des câbles de communications peut être complètement définie en utilisant uniquement les quatre méthodes d'essai suivantes:

- un essai horizontal sévère – EN 50289-4-11;
- un essai sur échelle verticale avec différents niveaux de tenue – EN 13823 utilisant la procédure donnée dans l'Annexe A;

9.5 Ignitability

The existing requirements of IEC 60332-1 series are deemed satisfactory for end-use applications such as exposed work area cables or patch cords.

9.6 Damaging effects of fire effluents

Taking into account the guidance given in IEC 60695-5-1 on corrosion, it is recommended that the damaging effects of fire effluents be assessed by IEC 60695-5-3, with a specified leakage current limit of 10^{-6} A [21], for installations where the protection of equipment is critical.

9.7 Flaming droplets

EN 13501-1 requires the observation of any material separating from the samples during the EN 13823 test, and a measurement of the duration of any flaming. Flaming droplets can be a source of fire spread, and it is recommended that in tests to EN 50289-4-11 and EN 13823, the maximum duration of any such secondary flaming be specified as 10 s.

9.8 Toxicity

IEC 60695-7-1 gives general guidance on the toxicity of fire effluents. However, current knowledge of the specific hazards presented by cables is such that for the moment it is considered that any requirements for toxicity and irritancy are beyond the expectations of cable specifications.

The work of IEC TC 89 will, in the future, assist further consideration of this topic.

10 Conclusions

10.1 Traditional fire performance requirements specified in IEC cable standards have been used for many years and are based on considerations of fire hazards that were deemed to be valid at the time they were developed. However recent research has shown that these requirements are no longer appropriate for communication cables now installed in buildings.

10.2 Enhanced fire performance is necessary to mitigate the hazard presented by heavy concentrations of communication cables in horizontal concealed spaces. This performance is far superior to those previously specified in IEC publications, and provides a higher degree of fire safety.

10.3 A fire science approach to cable fires has shown that different parameters now need to be specified with integrated test methods correlated to real scale reference scenarios, and fire performance requirements corresponding to typical end-use applications.

10.4 The fire performance of communication cables can be defined fully using only four test methods. These are:

- A severe horizontal test – EN 50289-4-11.
- A vertical ladder test with various grades of performance – EN 13823 using the procedure given in Annex A.

- un essai d'inflammabilité – Série CEI 60332-1;
- un essai de corrosion – CEI 60695-5-3.

10.5 Il est recommandé que les exigences et les méthodes d'essai comme présenté en Annexe D puissent être incluses dans les normes des câbles de communications de la CEI.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 62222:2005

Withdrawn

- An ignitability test – IEC 60332-1 series.
- A corrosion test – IEC 60695-5-3.

10.5 It is recommended that the requirements and test methods as shown in Annex D should be included in IEC standards for communication cables.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TR 62222:2005

Withd2013

Annexe A (informative)

Procédure pour le montage des câbles pour la méthode d'essai de l'EN 13823

A.1 Appareillage

Il convient que l'appareillage spécifié dans l'EN 13823 soit utilisé.

A.2 Echelles

Deux échelles sont exigées. Il convient que chaque échelle soit similaire à celle spécifiée dans la CEI 60332-3-10 [22], à l'exception de la longueur totale qui devrait être de 1,75 m. Les échelles devraient être composées de tubes d'acier de largeur totale de (500 ± 5) mm, avec des montants de $(33,7 \pm 0,5)$ mm de diamètre et des barreaux de $(26,9 \pm 0,4)$ mm de diamètre. Les barreaux devraient être espacés de (407 ± 10) mm.

A.3 Disposition pour l'essai

Il convient que les échantillons soient attachés longitudinalement à la face avant de chacune des deux échelles en une seule couche de largeur maximale de 150 mm par échelle. Les échantillons devraient avoir une longueur telle qu'ils puissent être attachés individuellement à chaque barreau de l'échelle au moyen de fils métalliques (fils d'acier ou cuivre de diamètre de 0,5 mm à 1,5 mm). Les échantillons devraient être posés rectilignes au contact avec les échantillons adjacents.

Lors du montage des échantillons, les premiers devraient être positionnés approximativement à 120 mm du bord de l'échelle, et les échantillons suivants ajoutés de façon contiguë afin de former une disposition s'étendant vers le centre de l'échelle avec une largeur maximale de 150 mm. Le montage de la partie gauche et de la partie droite des échelles devrait être de telle sorte que le bord de chaque disposition soit approximativement à 120 mm du coin, lorsque les échelles sont mises en position dans l'équipement d'essai.

Il convient que les échantillons soient conditionnés conformément à l'EN 13823.

A.4 Procédure d'essai

Avec la disposition des échantillons comme décrite dans l'Article A.3, il convient que la procédure d'essai spécifiée dans l'EN 13823 soit utilisée.

Annex A (informative)

Procedure for mounting cables in test method EN 13823

A.1 Apparatus

The apparatus specified in EN 13823 should be used.

A.2 Ladders

Two ladders are required. Each ladder should be similar to that specified in IEC 60332-3-10 [22] except that the overall length should be 1,75 m. The ladders should be constructed of tubular steel with an overall width of (500 ± 5) mm, with uprights of diameter $(33,7 \pm 0,5)$ mm and rungs of diameter $(26,9 \pm 0,4)$ mm. The rungs should be spaced (407 ± 10) mm.

A.3 Test array

Test pieces should be attached longitudinally to the front of each of the two ladders in a single layer up to a maximum width of 150 mm per ladder. The test pieces should have a length such that they can be attached individually to each rung of the ladder by means of a metal wire (steel or copper wire $(0,5$ to $1,5)$ mm in diameter). The test pieces should be laid straight with adjacent pieces touching.

When mounting the test pieces, the first should be positioned approximately 120 mm from the edge of the ladder, and further pieces added contiguously to form an array extending towards the centre of the ladder to a maximum width of 150 mm. Mounting on the left and right wing ladders should be such that the edge of each array is approximately 120 mm from the corner when the ladders are positioned in the test equipment.

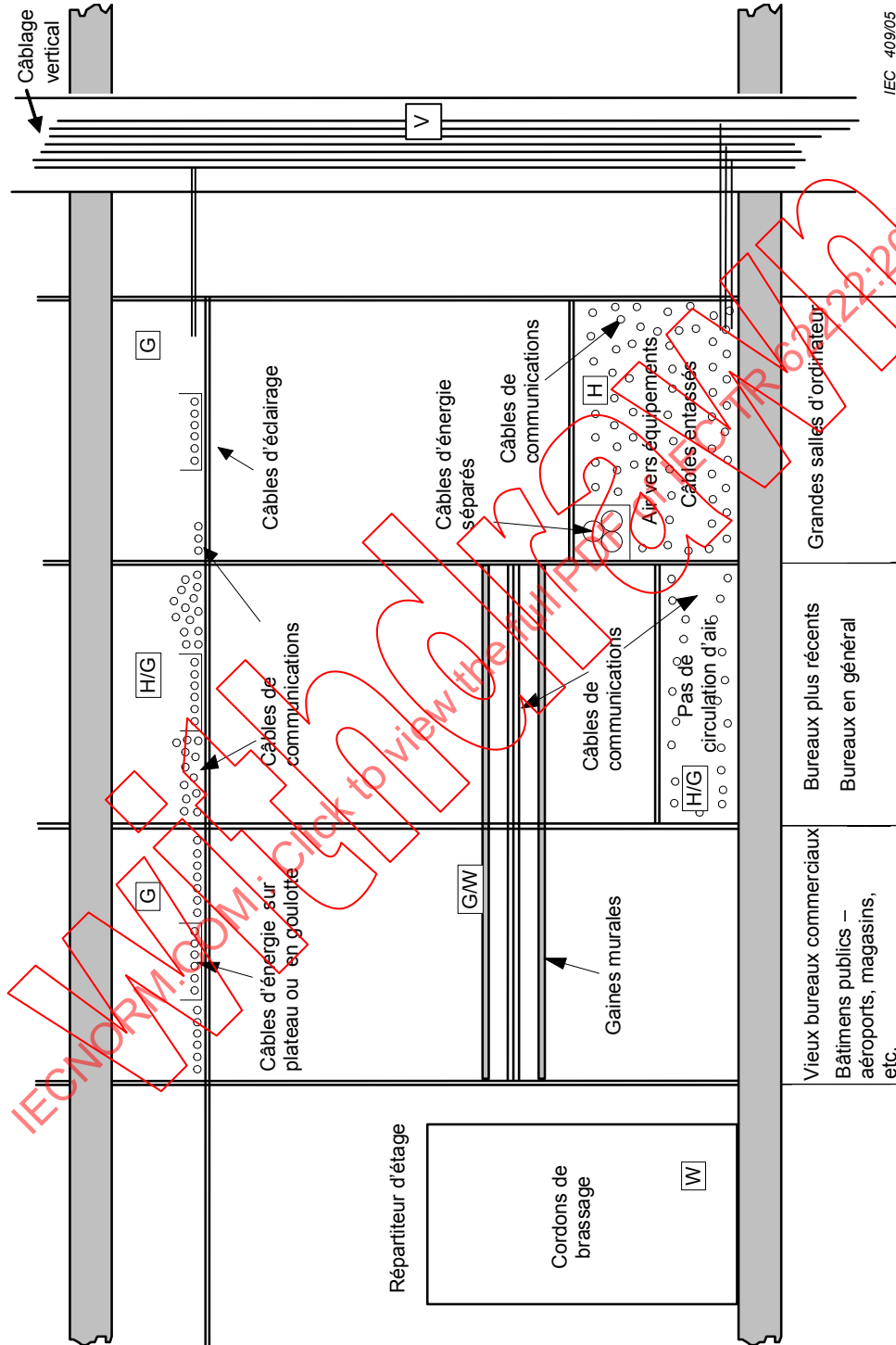
Test pieces should be conditioned as specified in EN 13823.

A.4 Test procedure

With test sample arrays as described in Clause A.3, the test procedure specified in EN 13823 should be used.

Annexe B (informative)

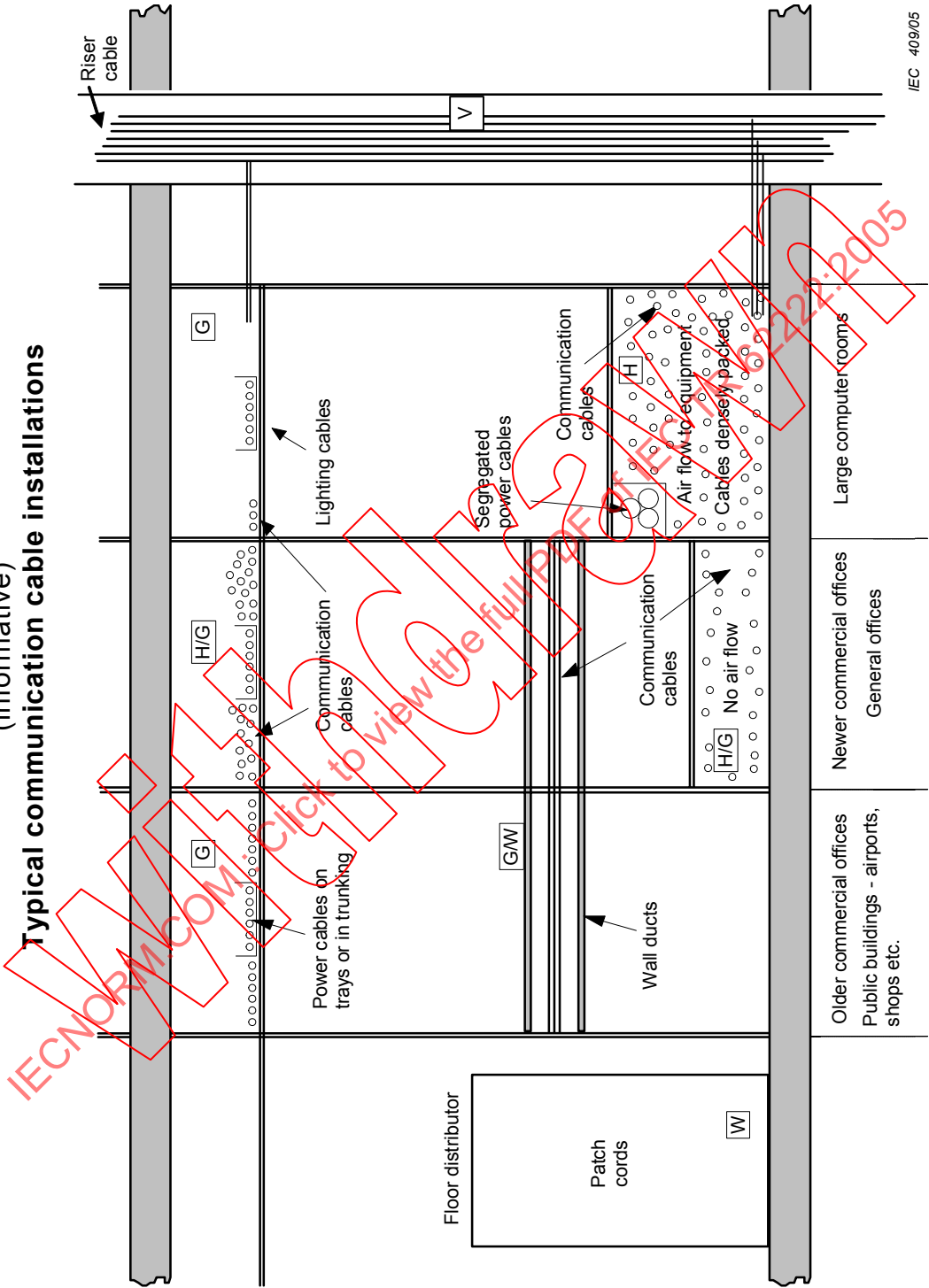
Installations classiques de câbles de communications



Catégories d'installation: H = horizontale, G = générale, V = conduit vertical, W = zone de travail

Figure B.1 – Installations classiques de câbles en communications

Annex B
(informative)
Typical communication cable installations



Installation categories: H = horizontal, G = general, V = vertical riser, W = work area
Figure B.1 – Typical communication cable installations

Annexe C (informative)

Risques du feu/installations/applications/méthodes d’essai pour les câbles de communications dans les bâtiments

Tableau C.1 – Risques du feu/installations/applications/méthodes d’essai pour les câbles de communications dans les bâtiments

Installation	Paramètre de risque du feu	Méthodes d’essai		
		Installations horizontales	Installations en conduit vertical	Installations générales
Installations dans lesquelles l'évacuation du personnel est critique	Chaleur Propagation Fumée	EN 50289-4-11	EN 13823	
	Pouvoir irritant Toxicité		A l'étude (CE 89 de la CEI et ISO TC 92)	
Installations dans lesquelles la protection de l'équipement est critique	Chaleur Propagation	EN 50289-4-11	EN 13823	
	Corrosion		CEI 60695-5-3	
Toutes les autres installations	Inflammabilité		Série CEI 60332-1	

Annex C (informative)

Fire hazards/installations/applications/test methods for communication cables in buildings

Table C.1 – Fire hazards/installations/applications/test methods for communication cables in buildings

Installation	Fire hazard parameter	Test methods		
		Horizontal installations	Vertical riser installations	General installations
Installations where evacuation of personnel is critical	Heat propagation Smoke	EN 50289-4-11		EN 13823
	Irritancy toxicity		Under consideration (IEC TC 89 and ISO TC 92)	
Installations where protection of equipment is critical	Heat propagation	EN 50289-4-11		EN 13823
	Corrosion		IEC 60695-5-3	
All other installations	Ignitability	IEC 60332-1 series		