

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
721-2-8**

Première édition
First edition
1994-06

Classification des conditions d'environnement –

Partie 2:

Conditions d'environnement présentes dans
la nature – Section 8: Exposition au feu

Classification of environmental conditions –

Part 2:

Environmental conditions appearing
in nature – Section 8: Fire exposure



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 721-2-8: 1994

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
721-2-8

Première édition
First edition
1994-06

Classification des conditions d'environnement –

Partie 2:

Conditions d'environnement présentes dans
la nature – Section 8: Exposition au feu

Classification of environmental conditions –

Part 2:

Environmental conditions appearing
in nature – Section 8: Fire exposure

© CEI 1994 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni
utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun pro-
cédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et
les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in
any form or by any means, electronic or mechanical,
including photocopying and microfilm, without permission
in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Référence normative	8
3 Généralités	8
4 Caractéristiques du feu avant l'embrasement éclair	14
5 Caractéristiques du feu après l'embrasement éclair	26
6 Caractéristiques de la fumée et des gaz en tant que produit du feu	36
 Annexe A – Bibliographie	 42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative reference	9
3 General	9
4 Characteristics of pre-flashover fire	15
5 Characteristics of post-flashover fire	27
6 Characteristics of smoke and gases as a fire product	37
 Annex A – Bibliography	 42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT -

Partie 2: Conditions d'environnement présentes dans la nature - Section 8: Exposition au feu

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 721-2-8 a été établie par le comité d'études 75 de la CEI: Classification des conditions d'environnement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
75(BC)98	75(BC)107

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

Il est à noter que la présente section appartient à la partie 2 d'une série consacrée aux sujets suivants:

- agents d'environnement et leurs sévérités (CEI 721-1);
- conditions d'environnement présentes dans la nature (CEI 721-2), et
- classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités (CEI 721-3).

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Part 2: Environmental conditions appearing in nature –
Section 8: Fire exposure

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 721-2-8 has been prepared by IEC technical committee 75: Classification of environmental conditions.

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

DIS	Report on voting
75(CO)98	75(CO)107

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

It should be noted that this section belongs to the second part of a series dealing with the following subjects:

- environmental parameters and their severities (IEC 721-1);
- environmental conditions appearing in nature (IEC 721-2), and
- classification of groups of environmental parameters and their severities (IEC 721-3).

Annex A is for information only.

INTRODUCTION

La présente section de la CEI 721-2 est prévue pour être utilisée comme une partie donnant des informations de base quand on sélectionne les agents appropriés et leurs sévérités relatifs à l'exposition au feu des produits.

Des informations plus détaillées sur les caractéristiques des conditions de feu peuvent être obtenues dans la documentation spécialisée; quelques-unes d'entre elles sont données dans la bibliographie à l'annexe A.

INTRODUCTION

This section of IEC 721-2 is intended to be used as part of the background information when selecting appropriate parameters and their severities related to exposure of products to fire.

More detailed information on fire condition characteristics may be obtained from specialist documentation, some of which is given in the bibliography, annex A.

CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Section 8: Exposition au feu

1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 721-2 couvre les propriétés fondamentales, les grandeurs caractéristiques et une description des conditions d'environnement relatives à la naissance, au développement et à la propagation d'un feu à l'intérieur des bâtiments, et relatives aux produits électrotechniques exposés au feu à l'occasion de leur utilisation en poste fixe.

La présente section traite principalement des conditions prévalant pendant la période qui précède l'inflammation d'un feu, mais les conditions qui suivent l'embrasement éclair sont aussi traitées.

2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 721-2. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 721-2 sont invités à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur.

ISO/IEC Guide 52: 1990, *Glossaire de termes relatifs au feu et de leurs définitions*

3 Généralités

Un feu démarre dans un local quand une énergie suffisante est fournie au matériau combustible, par exemple, par une cigarette allumée ou un court-circuit électrique, pour que le matériau prenne feu ou quand le matériau lui-même génère suffisamment d'énergie (allumage spontané). Les facteurs décisifs qui influent sur le processus d'allumage sont (voir aussi la figure 1):

- les caractéristiques de la source d'énergie;
- le type et les propriétés géométriques du matériau exposé, et
- le temps d'exposition thermique.

Après allumage le feu produit de l'énergie thermique. Une partie de celle-ci est utilisée en retour pour maintenir la combustion. Une partie est transmise par rayonnement et convection aux autres matériaux et aux produits dans le local qui alors s'échauffent, peuvent prendre feu et contribuer à la propagation du feu (voir la figure 2). Les matériaux combustibles, contenus par exemple dans les bâtiments, prennent normalement feu en phase gazeuse.

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Section 8: Fire exposure

1 Scope

This section of IEC 721-2 presents fundamental properties, quantities for characterization, and a description of environmental conditions in relation to the occurrence, development and spread of fire within a building, and relevant to electrotechnical products exposed to fire during stationary use.

This section is primarily concerned with conditions during the pre-flashover stage of a fire, but conditions following flashover are also dealt with.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 721-2. At the time of publication, the edition indicated was valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 721-2 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO/IEC Guide 52: 1990, *Glossary of fire terms and definitions*

3 General

A fire starts in a space when sufficient energy is supplied to combustible material through, for instance, a burning cigarette or an electric short-circuit for the material to ignite, or when the material generates this energy by itself (self-ignition). Decisive influences for the process of ignition are (see also figure 1):

- the characteristics of the source of energy;
- the type and geometrical properties of the exposed material, and
- the thermal exposure time.

After ignition, the fire produces thermal energy. Some of this is used as feedback to maintain combustion. Some of it is transferred via radiation and convection to other materials and products in the space which are then heated, may ignite and contribute to the spread of fire (see figure 2). Combustible material contained in buildings are normally ignited in the gas phase.

Après qu'un feu s'est déclaré à l'intérieur d'un local, son développement et sa propagation sont déterminés par (voir aussi la figure 1):

- le site, le volume et la disposition du combustible ou de la charge calorifique, de sa distribution dans le local, de sa continuité, de sa porosité et de ses propriétés de combustion;
- les conditions aérodynamiques du local;
- la forme et la taille du local; et
- les propriétés thermiques du local.

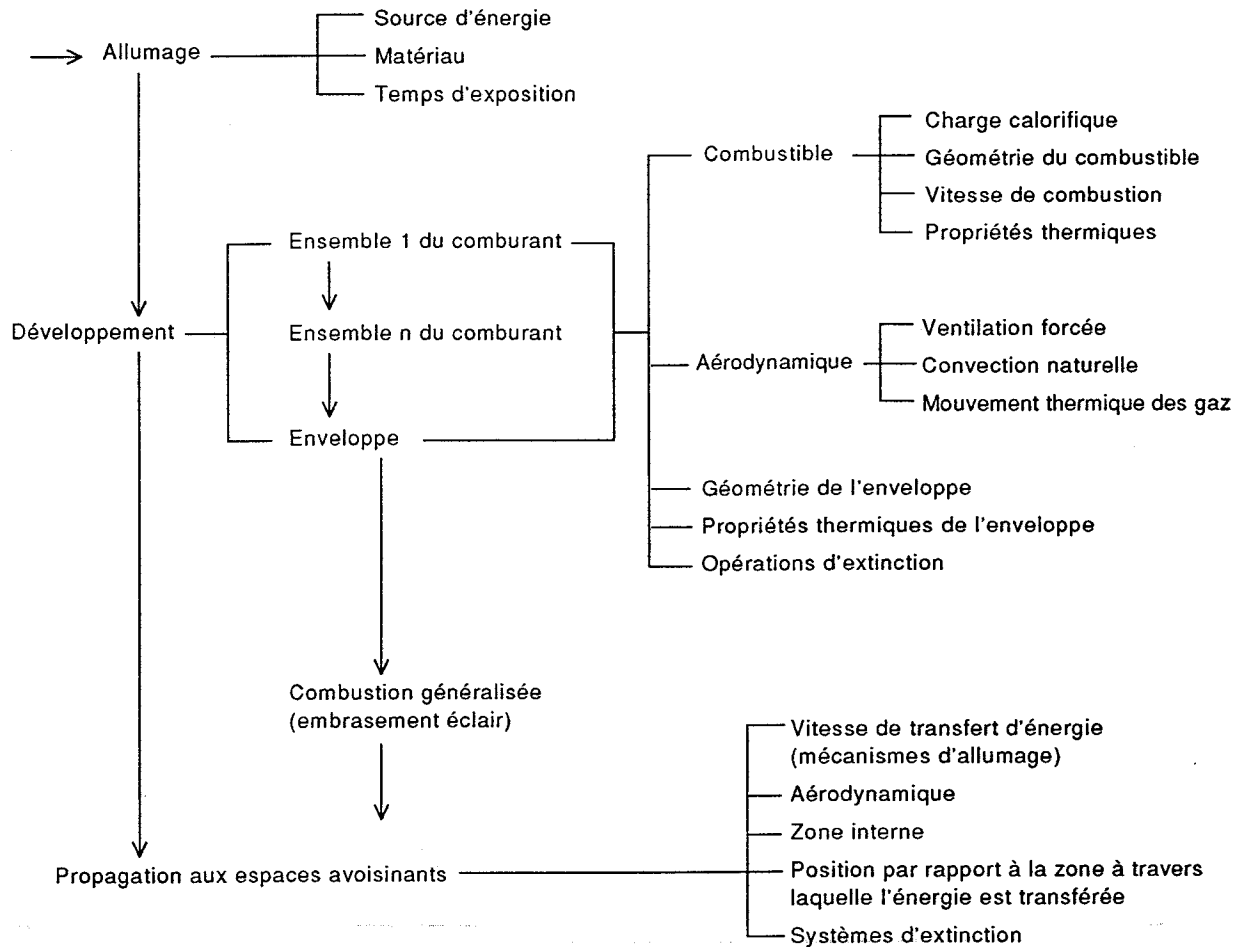


Figure 1 – Facteurs influençant l'allumage, le développement et propagation d'un feu dans un bâtiment. Un ensemble de combustibles est un composant de charge calorifique, par exemple un rideau, un groupe de câbles, un meuble ou un ensemble de meubles dans l'aménagement de bureau

Si un matériel d'extinction est installé, le processus relatif au développement du feu est en outre influencé par:

- la conception et l'état de fonctionnement de ce matériel, par exemple le système de extincteurs.

Le développement du feu comprend généralement des processus thermique, aérodynamique et chimique, commandés par une interaction complexe entre un certain nombre de mécanismes. Comme règles de base, le rayonnement, la convection et la propagation des flammes forment les facteurs physiques dominants.

Once an initial fire has occurred in a space, its growth and spread is determined by (see also figure 1):

- the site, volume and arrangement of the fuel or fire load, its distribution in the space, and its continuity, porosity and combustion properties;
- the aerodynamic conditions of the space;
- the shape and size of the space; and
- the thermal properties of the space.

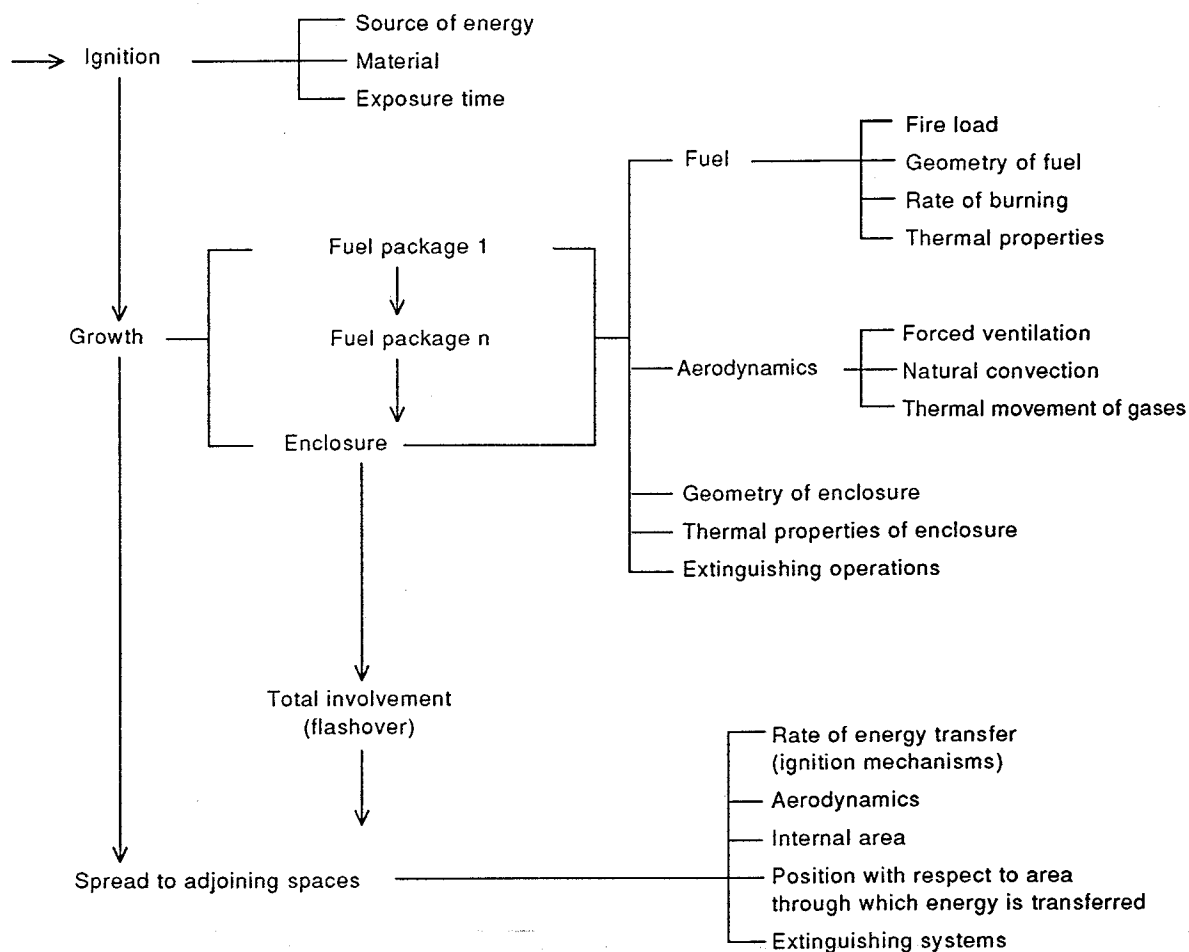


Figure 1 – Factors affecting ignition, growth and spread of fire in a building.
A fuel package is a fire load component, e.g. a curtain, a group of cables, a piece of furniture or a group of furniture in an office landscape

If extinguishing equipment is installed, the fire growth process is further influenced by:

- the design and workability of this equipment, e.g. a sprinkler system.

The development of the fire generally comprises thermal, aerodynamic and chemical processes, governed by a complex interaction between a number of mechanisms. As a rule, radiation, convection and flame spread are the dominant physical factors.

Pendant le développement du feu, une chaude couche gazeuse se forme sous le plafond du local (figure 2). Sous certaines conditions, cette couche gazeuse peut donner naissance à un développement rapide du feu et peut provoquer l'introduction dans la zone de feu de parties importantes de la charge calorifique: l'embrasement éclair survient.

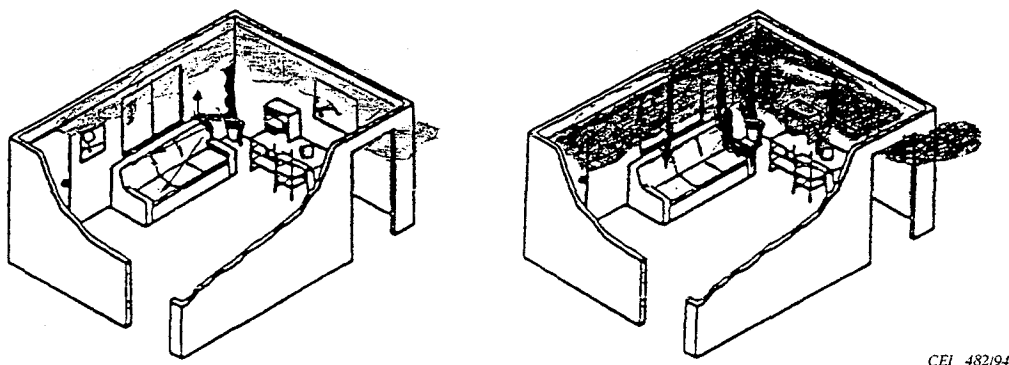


Figure 2 – Naissance du feu et extension dans une pièce

Pour prédire l'embrasement éclair, différents critères ont été introduits. L'un définit l'embrasement éclair comme le moment où les flammes commencent à sortir des ouvertures du local, ce qui est lié, à une température de 500 °C à 600 °C dans la haute couche gazeuse. L'autre critère est lié à un rayonnement critique et calorifique de 20 kW/m² au niveau du plancher de la pièce. D'autres critères existent également. Ils sont tous grossiers et ils correspondent à des circonstances physiques différentes.

Issue des travaux de corrélation sur l'observation de plus d'une centaine d'expériences et d'une étude complémentaire principalement sur l'équilibre des masses et de l'énergie, l'équation (1) suivante a été déduite, pour fournir un guide afin de déterminer la vitesse maximale de dégagement de chaleur admissible pour prévenir l'embrasement éclair dans une pièce ou dans un local spécifiés dont la dimension est en général inférieure à quelques mètres avec des murs et des garnitures de plafond non combustibles:

$$h_{c, \text{perm}} = 19\,300 (\alpha_k A_t A \sqrt{h})^{1/2} \quad (1)$$

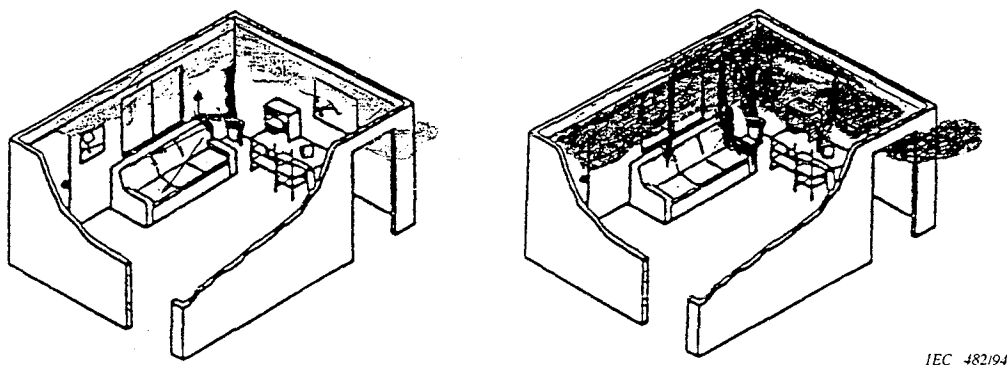
où

- $h_{c, \text{perm}}$ est la vitesse maximale de dégagement de chaleur, en watts (W);
- α_k est le coefficient de transfert effectif de la chaleur à travers les structures englobant la pièce ou le local, en watts par mètre carré (W/m²) et kelvins (K);
- A_t est la surface intérieure totale des espaces englobant la pièce ou le local, ouvertures comprises, en mètres carrés (m²);
- A est la surface d'ouverture totale (m²);
- h est la hauteur des ouvertures, en mètres (m).

L'embrasement éclair marque la transition entre un feu couvant (avant l'embrasement éclair) et un feu pleinement développé (après l'embrasement éclair).

Un feu avant l'embrasement éclair revêt une signification déterminante à l'égard du fonctionnement et des modes d'action des produits vitaux pour maintenir le niveau de sécurité nécessaire à l'évacuation et aux secours du personnel. La réponse des détecteurs, des systèmes d'alarme, des câbles associés et des extincteurs appartiennent à cette période de feu.

During the fire growth, a hot layer of gas is built up under the ceiling of the space (figure 2). Under certain conditions, this gas layer can give rise to a rapid fire growth and an inclusion of large parts of the total fire load in the fire: flashover occurs.



IEC 482/94

Figure 2 – Fire occurrence and spread in a room

To predict flashover, different criteria have been introduced. One defines flashover as the time when flames begin to emerge from the openings of the space which correlates with a temperature of 500 °C to 600 °C in the upper gas layer. Another criterion relates to a critical, resulting radiation at the floor level of the room or space of 20 kW/m². Other criteria also exist. They are all crude and correspond to different physical circumstances.

Based on a correlation of results obtained from over a hundred experiments and on a supplementary study primarily of the energy and mass balances, the following equation (1) was derived to provide guidance in determining the maximum heat release rate permissible in order to prevent flashover in a specified room or space with a typical dimension of less than a few metres and with non-combustible wall and ceiling linings:

$$h_{c, \text{perm}} = 19\,300 (\alpha_k A_t A \sqrt{h})^{1/2} \quad (1)$$

where

- $h_{c, \text{perm}}$ is the maximum heat release rate, in watts (W);
- α_k is an effective heat transfer coefficient of the structures enclosing the room or space, in watts per square metre (W/m²) and kelvins (K);
- A_t is the total interior surface area enclosing the room or space, opening area included, in square metres (m²);
- A is the total opening area (m²);
- h is the height of openings, in metres (m).

Flashover marks the transition from the growing fire (pre-flashover) to the fully developed fire (post-flashover).

The pre-flashover fire is of decisive significance with respect to the operation and function of products vital to maintaining the level of safety required for the escape or rescue of people. The response of detectors, alarm systems, associated cables, and sprinklers belongs to this period of the fire.