

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60695-7-1

Deuxième édition
Second edition
2004-05

**PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION**

Essais relatifs aux risques du feu –

**Partie 7-1:
Toxicité des effluents du feu –
Lignes directrices générales**

Fire hazard testing –

**Part 7-1:
Toxicity of fire effluent –
General guidance**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60695-7-1:2004

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60695-7-1

Deuxième édition
Second edition
2004-05

**PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION**

Essais relatifs aux risques du feu –

**Partie 7-1:
Toxicité des effluents du feu –
Lignes directrices générales**

Fire hazard testing –

**Part 7-1:
Toxicity of fire effluent –
General guidance**

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	14
4 Facteurs déterminant le risque toxique	22
4.1 Evaluation du risque toxique	22
4.2 Vitesse de combustion	22
4.3 Toxicité des effluents du feu	22
4.3.1 Généralités	22
4.3.2 Asphyxiants	24
4.3.3 Irritants sensoriels et/ou système respiratoire supérieur	26
4.3.4 Toxicité anormalement élevée et puissance toxique extrême	28
4.4 Temps d'évacuation	28
5 Aspects généraux des méthodes d'essai à petite échelle utilisées pour évaluer le danger toxique des effluents des gaz de combustion	28
5.1 Généralités	28
5.2 Modèle de feu	30
5.3 Méthodes statiques	32
5.4 Essais dynamiques	32
5.5 Mesure de la toxicité	34
5.5.1 Introduction	34
5.5.2 Méthodes basées sur des analyses chimiques	34
5.5.3 Méthodes basées sur l'utilisation des animaux	36
6 Evaluation des méthodes d'essai	36
6.1 Paramètres à prendre en considération	36
6.2 Sélection des éprouvettes	36
7 Pertinence des données relatives au danger toxique pour l'évaluation des risques	38

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references.....	13
3 Terms and definitions	15
4 Factors determining toxic hazard	23
4.1 Evaluation of the toxic hazard	23
4.2 Burning rate.....	23
4.3 Toxicity of fire effluent	23
4.3.1 General	23
4.3.2 Asphyxiants	25
4.3.3 Sensory and/or upper respiratory irritants	27
4.3.4 Unusually high toxicity and extreme toxic potency	29
4.4 Escape time	29
5 General aspects of small scale test methods used to evaluate the toxic hazard of fire gas effluent.....	29
5.1 General	29
5.2 Fire model	31
5.3 Static methods.....	33
5.4 Dynamic methods.....	33
5.5 Measurement of toxicity.....	35
5.5.1 General	35
5.5.2 Chemical analysis based methods.....	35
5.5.3 Methods based on animal exposure	37
6 Evaluation of test methods.....	37
6.1 Parameters to be considered	37
6.2 Selection of test specimen	37
7 Relevance of toxic hazard data to hazard assessment.....	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 7-1: Toxicité des effluents du feu – Lignes directrices générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications, la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60695-7-1 a été établie par le comité d'études 89 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1993 et constitue une révision technique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –**Part 7-1: Toxicity of fire effluent –
General guidance****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60695-7-1 has been prepared by IEC technical committee 89: Fire hazard testing.

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

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1993. It constitutes a technical revision.

Bien que la structure de la présente norme demeure pratiquement inchangée, les modifications principales par rapport à l'édition précédente sont les suivantes :

- Introduction
 - description des travaux récents relatifs à la publication de la CEI 60695-7-50,
 - méthode d'essai à la toxicité à petite échelle,
 - référence à la CEI 60695-7-51 qui concerne le calcul et l'interprétation des résultats d'essai,
 - explications relatives à l'alignement sur les travaux du TC 92 de l'ISO, *Sécurité au feu*.
- Extension du domaine d'application à fins de clarification et d'alignement sur les travaux du TC 92 de l'ISO, en particulier de l'ISO 13344 et de l'ISO/TS 13571.
- Formules données pour le calcul de la fraction de la dose incapacitante pour chacun des agents asphyxiants, le monoxyde de carbone et l'acide cyanhydrique.
- Fractions volumiques supposées causer l'incapacitation (valeurs *F*) données pour certains des irritants les plus importants.
- Ajouts et mises à jour des définitions.
- Développement du paragraphe qui concerne les facteurs déterminant le danger toxique.
- Nouveaux paragraphes relatifs aux aspects généraux des méthodes d'essai à petite échelle et à l'évaluation des méthodes d'essai et à la pertinence des données relatives au danger toxique pour l'évaluation des risques.
- Nouvel logigramme qui présente les étapes à suivre pour l'évaluation de la méthode d'essai.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
89/650/FDIS	89/661/RVD

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

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

Cette Norme internationale doit être utilisée conjointement avec la CEI 60695-7-2:2002, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 7-2: Toxicité des effluents du feu – Résumé et pertinence des méthodes d'essai*.

Cette norme forme la partie 7-1 de la CEI 60695, publiée sous le titre général *Essais relatifs aux risques du feu*. La partie 7 est composée des parties suivantes:

- Partie 7-1: Toxicité des effluents du feu – Lignes directrices générales
- Partie 7-2: Toxicité des effluents du feu – Résumé et pertinence des méthodes d'essai
- Partie 7-3: Toxicité des effluents du feu – Utilisation et interprétation des résultats d'essai
- Partie 7-50: Toxicité des l'effluents du feu – Estimation de la puissance toxique – Appareillage et méthode d'essai
- Partie 7-51: Toxicité des l'effluents du feu – Estimation de la puissance toxique – Calcul et interprétation des résultats d'essai

Although the structure of this standard remains essentially the same, the main changes with respect to the previous edition are listed below:

- Introduction
 - an explanation concerning the publication of IEC 60695-7-50,
 - a small-scale toxicity test method,
 - reference to IEC 60695-7-51 which covers the calculation and interpretation of test results,
 - an explanation of the alignment with ISO/TC 92 *Fire safety*.
- The expansion of the scope further clarifies the subject matter and alignment with ISO/TC 92, in particular ISO 13344 and ISO/TS 13571.
- Formulae are given for the calculation of the fraction of the incapacitating dose for each of the asphyxiants, carbon monoxide and hydrogen cyanide.
- Volume fractions that are expected to cause incapacitation (*F* values) are given for some of the more important irritants.
- The definitions have been greatly expanded and updated.
- The subclause on factors determining toxic hazard has been expanded.
- New subclauses include general aspects of small-scale test methods, evaluation of test methods and the relevance of toxic hazard data to hazard assessment.
- A flowchart has been added to outline the stages to be followed for test method assessment.

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

FDIS	Report on voting
89/650/FDIS	89/661/RVD

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

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

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 60695-7-2:2002, *Fire hazard testing – Part 7-2: Toxicity of fire effluent – Summary and relevance of test methods*.

This standard forms part 7-1 of IEC 60695, which is published under the general heading *Fire hazard testing*. Part 7 consists of the following parts:

- Part 7-1: Toxicity of fire effluent – General guidance
- Part 7-2: Toxicity of fire effluent – Summary and relevance of test methods
- Part 7-3: Toxicity of fire effluent – Use and interpretation of test results
- Part 7-50: Toxicity of fire effluent – Estimation of toxic potency – Apparatus and test method
- Part 7-51: Toxicity of fire effluent – Estimation of toxic potency – Calculation and interpretation of test results

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2009.
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 60695-7-1:2004

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2009. 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 60695-7-1:2004

INTRODUCTION

Les produits électrotechniques sont quelquefois impliqués dans les incendies. Cependant, sauf dans certains cas spécifiques (par exemple, les centrales électriques, les galeries techniques dans les tunnels, les salles d'ordinateurs), les produits électrotechniques ne sont pas normalement en quantités suffisantes pour former la principale source de produits toxiques. Par exemple, dans les habitats et les lieux recevant du public, les produits électrotechniques par rapport à l'ameublement sont habituellement une source mineure d'effluents gazeux.

La série de publications de la CEI 60695-7 est soumise à l'évolution permanente de la philosophie de sécurité au feu du TC 92 de l'ISO.

Les lignes directrices proposées par la présente Norme internationale correspondent aux principes de sécurité contre l'incendie développés par le TC 92 (SC 3) de l'ISO sur les dangers toxiques du feu, comme décrit dans les Parties 1 à 6 de l'ISO/TR 9122. Des lignes directrices pour l'évaluation des risques du feu des produits électrotechniques sont données dans la CEI 60695-1-1. Des lignes directrices sur l'estimation des temps d'évacuation en cas d'incendie sont fournies par l'ISO/TS 13571. La détermination de la puissance toxique létale des effluents du feu est décrite dans l'ISO 13344.

Ce qui suit résume les points de vue exprimés dans l'ISO/TR 9122-1.

«Les essais à échelle réduite sur la puissance toxique, comme nous les connaissons de nos jours ne sont pas adaptés pour la réglementation. Ils ne permettent pas de classer les matériaux en fonction de leur potentiel à produire des atmosphères toxiques dans des feux. Tous les essais couramment disponibles sont limités du fait de leur incapacité à reproduire l'évolution dynamique du feu qui détermine le profil de temps/concentration des effluents du feu à grande échelle et à reproduire la réaction des produits électrotechniques et non seulement des matériaux qui les composent. C'est une limitation décisive parce que les effets toxiques des effluents de combustion sont maintenant connus comme dépendant plus de la vitesse et des conditions de combustion que de la constitution chimique des matériaux impliqués dans la combustion».

Compte tenu de ces limitations, le TC 89 de la CEI a établi la CEI 60695-7-50. Il s'agit d'un essai pratique à petite échelle de la puissance toxique qui, dans la mesure où il peut donner des modèles d'étapes définies d'un feu, fournira des données de puissance toxique adaptées pour être utilisées dans l'évaluation d'un danger en grandeur réelle. Cette méthode d'essai suit les lignes directrices du TC 92 (SC 3) de l'ISO en ce qui concerne les modèles de feu utilisés et les méthodes de mesure des effluents. La CEI 60695-7-51 couvre le calcul et l'interprétation des résultats d'essai également dans le cadre des lignes directrices du TC 92 (SC 3) de l'ISO.

Les manifestations des incendies et des accidents dus au feu, considérées sur la base des données provenant d'expériences d'incendie et des études de toxicité liée à la combustion, suggèrent que les produits chimiques présentant une toxicité anormalement élevée ne sont pas nombreux (voir 4.3.4). Le monoxyde de carbone est de loin l'agent le plus significatif pour la part prise dans le risque toxique. D'autres agents importants sont le cyanure d'hydrogène, le dioxyde de carbone et les irritants. Il existe également d'autres menaces importantes, qui ne sont pas de nature toxique, mais qui sont potentiellement mortelles. Il s'agit des effets de la chaleur et de l'énergie rayonnante, de ceux de la raréfaction de l'oxygène et de ceux de l'obscurcissement dû à la fumée qui sont tous traités dans l'ISO/TS 13571. La CEI 60695-6-1 fournit les lignes directrices générales concernant les effets de l'obscurcissement dû aux fumées.

L'ISO/TR 9122-1 reconnaît que le meilleur moyen pour réduire efficacement le risque toxique consiste à utiliser des essais et réglementations permettant d'obtenir une résistance améliorée à l'allumage et des taux réduits de développement du feu, ce qui limite ainsi le niveau d'exposition aux effluents du feu.

INTRODUCTION

Electrotechnical products sometimes become involved in fires. However, except for certain specific cases (for example, power generating stations, mass transit tunnels, computer suites), electrotechnical products are not normally present in sufficient quantities to form the major source of toxic hazard. For example, in domestic dwellings and places of public assembly, electrotechnical products are usually a very minor source of fire effluent compared with, for example, furnishings.

The IEC 60695-7 series of publications is subject to the ongoing evolution of fire safety philosophy within ISO/TC 92.

The guidance in this International Standard is consistent with the principles of fire safety developed by ISO TC 92 (SC 3) on toxic hazards in fire as described in ISO/TR 9122, Parts 1 to 6. General guidance for the assessment of the fire hazard of electrotechnical products is provided in IEC 60695-1-1. Guidance on the estimation of escape times from fires is provided in ISO/TS 13571. The determination of the lethal toxic potency of fire effluents is described in ISO 13344.

The following is a summary of the views expressed in ISO/TR 9122-1.

"Small-scale toxic potency tests as we know them today are inappropriate for regulatory purposes. They cannot provide rank orderings of materials with respect to their propensity to produce toxic atmospheres in fires. All currently available tests are limited because of their inability to replicate the dynamics of fire growth which determine the time/concentration profiles of the effluent in full-scale fires, and the response of electrotechnical products, not just materials. This is a crucial limitation because the toxic effects of combustion effluent are now known to depend much more on the rates and conditions of combustion than on the chemical constitution of the burning materials."

Because of these limitations IEC TC 89 has developed IEC 60695-7-50. This is a practical small-scale test for toxic potency which, by virtue of its ability to model defined stages of a fire, will yield toxic potency data suitable for use in a full hazard assessment. The test method follows the guidance of ISO TC 92 (SC 3) in terms of the fire models used, and in methods of measurement of effluent. IEC 60695-7-51 covers the calculation and interpretation of test results, again following the guidance of ISO TC 92 (SC 3).

The evidence from fires and fire casualties, when taken with data from experimental fire and combustion toxicity studies, suggests that chemical species with unusually high toxicity are not important (see 4.3.4). 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. There are also other important non-toxic threats to life such as the effects of heat, radiant energy, depletion of oxygen and smoke obscuration, all of which are discussed in ISO/TS 13571. General guidance on the effects of smoke obscuration is provided in IEC 60695-6-1.

ISO/TR 9122-1 recognizes that effective mitigation of toxic hazard is best accomplished by tests and regulations leading to improved resistance to ignition and to reduced rates of fire growth, thus limiting the level of exposure to fire effluent.

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 7-1: Toxicité des effluents du feu – Lignes directrices générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60695 fournit des lignes directrices sur les facteurs qui affectent le danger toxique des feux impliquant des produits électrotechniques et fournit des informations sur les méthodologies recommandées par le TC 92 (SC 3) de l'ISO concernant l'estimation et la réduction du risque toxique des incendies, comme exprimé dans les Parties 1 à 6 de l'ISO/TR 9122, dans l'ISO 13344 et dans l'ISO/TS 13571.

Il n'y a pas d'essai unique pour évaluer de façon réaliste le risque toxique des incendies. Les essais de puissance toxique à petite échelle ne sont pas capables en eux-mêmes d'évaluer le risque de feu. Les essais de toxicité actuels tentent de mesurer la puissance toxique d'un effluent du feu généré en laboratoire. Il convient de ne pas confondre puissance toxique et risque toxique.

L'une des responsabilités d'un comité d'études est d'utiliser, à chaque fois qu'elles sont applicables, les publications fondamentales de sécurité pour la préparation de ses publications.

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 60695-7-2:2002, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 7-2: Toxicité des effluents du feu – Résumé et pertinence des méthodes d'essai*

CEI 60695-7-3:2004, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 7-3: Toxicité des effluents du feu – Utilisation et interprétation des résultats d'essai*

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

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

ISO/TR 9122 (toutes les parties), *Essais de toxicité des effluents du feu*

ISO 13344:1996, *Détermination du pouvoir toxique létal des effluents du feu*

ISO/TS 13571:2002, *Composants dangereux du feu – Lignes directrices pour l'estimation du temps disponible pour l'évacuation utilisant les caractéristiques du feu*

FIRE HAZARD TESTING –

Part 7-1: Toxicity of fire effluent – General guidance

1 Scope

This part of IEC 60695 provides guidance on the factors which affect the toxic hazard from fires involving electrotechnical products, and provides information on the methodologies recommended by ISO TC 92 (SC 3) for estimating and reducing toxic hazard from fires, as expressed in ISO/TR 9122 (Parts 1 to 6), ISO 13344 and ISO/TS 13571.

There is no single test to realistically assess toxic hazard in fires. Small-scale toxic potency tests are not capable on their own of assessing fire hazard. Current toxicity tests attempt to measure the toxic potency of a laboratory generated fire effluent. Toxic potency should not be confused with toxic hazard.

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

2 Normative references

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

IEC 60695-7-2:2002, *Fire hazard testing – Part 7-2: Toxicity of fire effluent – Summary and relevance of test methods*

IEC 60695-7-3:2004, *Fire hazard testing – Part 7-3: Toxicity of fire effluent – Use and interpretation of test results*

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

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

ISO/TR 9122 (all parts), *Toxicity testing of fire effluents*

ISO 13344:1996, *Determination of the lethal toxic potency of fire effluents*

ISO/TS 13571:2002, *Life-threatening components of fire – Guidelines for the estimation of time available for escape using fire data*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants dont quelques-uns sont extraits de l'ISO/CEI 13943, s'appliquent.

3.1

toxicité aiguë

capacité d'une substance à produire rapidement des effets nuisibles courants sur un organisme vivant

3.2

asphyxiant

substance toxique provoquant une perte de conscience puis en dernier lieu la mort à la suite des effets hypoxiques, ceux affectant en particulier le système nerveux central et/ou le système cardiovasculaire

3.3

brûler

être en état de combustion

[ISO/CEI 13943, définition 10]

3.4

combustible

susceptible de brûler

[ISO/CEI 13943, définition 21]

3.5

combustible

objet pouvant brûler

[ISO/CEI 13943, définition 22]

3.6

combustion

réaction exothermique d'une substance avec un comburant

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

[ISO/CEI 13943, définition 23]

3.7

concentration

quantité de constituant par unité de volume

3.8

dose d'exposition

quantité d'un constituant toxique gazeux ou d'un effluent du feu qui peut être inhalée, c'est-à-dire l'intégration de la surface délimitée soit par la courbe concentration-durée, soit par la courbe fraction volumique-durée

NOTE Elle est exprimée généralement en unités de $\text{g} \times \text{min} \times \text{m}^{-3}$ ou $10^{-6} \times \text{min}$.

3.9

feu

combustion autoentretenu qui a été délibérément organisée pour produire des effets utiles et dont l'extension dans le temps et l'espace est contrôlée

NOTE En anglais, le mot «fire» peut avoir deux significations qui sont traduites par deux mots différents, à la fois en français et en allemand.

[ISO/CEI 13943, définition 40]

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions, some of which have been taken from ISO/IEC 13943, apply.

3.1

acute toxicity

ability of a substance to produce rapidly occurring adverse effects upon a living organism

3.2

asphyxiant

toxicant causing loss of consciousness and ultimately death resulting from hypoxic effects, particularly on the central nervous and/or cardiovascular systems

3.3

burn

to undergo combustion

[ISO/IEC 13943, definition 10]

3.4

combustible

capable of being combusted

[ISO/IEC 13943, definition 21]

3.5

combustible

item capable of combustion

[ISO/IEC 13943, definition 22]

3.6

combustion

exothermic reaction of a substance with an oxidizer

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

[ISO/IEC 13943, definition 23]

3.7

concentration

amount of substance per unit volume

3.8

exposure dose

quantity of a gaseous toxicant or a fire effluent which is available for inhalation, i.e. the integrated area under either the concentration-time curve or the volume fraction-time curve

NOTE It is usually expressed in units of $\text{g} \times \text{min} \times \text{m}^{-3}$ or $10^{-6} \times \text{min}$.

3.9

fire

(controlled) self-supporting combustion which has been deliberately arranged to provide useful effects and which is controlled in its extent in time and space

NOTE In the English language the word "fire" can have two meanings which translate into two different words in both French and German.

[ISO/IEC 13943, definition 40]

3.10

incendie

(non contrôlé) combustion autoentretenue qui se développe sans contrôle dans le temps et dans l'espace

[ISO/CEI 13943, définition 41]

3.11

effluents du feu

ensemble des gaz et/ou aérosols (incluant les particules en suspension) dégagés par combustion ou pyrolyse

[ISO/CEI 13943, définition 45]

3.12

risque de feu

possibilité de dommages causés par un feu aux personnes et aux biens

[ISO/CEI 13943, définition 48]

3.13

modèle feu

procédé ou processus ayant pour but de représenter, de prédire ou de reproduire une ou plusieurs étapes d'un feu, ou la transition entre deux étapes

[ISO/CEI 13943, définition 51]

3.14

risque d'incendie

produit de

- la probabilité d'apparition d'un feu dans un processus ou un état technique donnés, et
- l'importance attendue des dommages ou de leurs conséquences lors de l'apparition du feu

[ISO/CEI 13943, définition 57]

3.15

scénario feu

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

[ISO/CEI 13943, définition 58]

3.16

propagation de flammes

progression d'un front de flammes

[ISO/CEI 13943, définition 68]

3.17

embrasement éclair (dans un local)

flash-over

passage à l'état de combustion généralisée en surface de l'ensemble des matériaux combustibles dans une enceinte

[ISO/CEI 13943, définition 77]

3.18

concentration effective fractionnelle, CEF

rapport de la concentration d'un irritant sur celle censée produire un effet donné sur un sujet exposé de sensibilité moyenne

3.10**fire**

(uncontrolled) self-supporting combustion which spreads uncontrolled in time and space

[ISO/IEC 13943, definition 41]

3.11**fire effluent**

totality of gases and/or aerosols (including suspended particles) created by combustion or pyrolysis

[ISO/IEC 13943, definition 45]

3.12**fire hazard**

potential for injury and/or damage from fire

[ISO/IEC 13943, definition 48]

3.13**fire model**

procedure or process intended to represent, predict or reproduce one or more phases of a fire, or the transition between phases

[ISO/IEC 13943, definition 51]

3.14**fire risk**

product of

- probability of occurrence of a fire to be expected in a given technical operation or state, and
- consequence or extent of damage to be expected on the occurrence of a fire

[ISO/IEC 13943, definition 57]

3.15**fire scenario**

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

[ISO/IEC 13943, definition 58]

3.16**flame spread**

propagation of a fire front

[ISO/IEC 13943, definition 68]

3.17**flash-over**

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

[ISO/IEC 13943, definition 77]

3.18**fractional effective concentration, *FEC***

ratio of the concentration of an irritant to that expected to produce a given effect on an exposed subject of average susceptibility

NOTE 1 En tant que concept, la *CEF* peut se référer à tout effet, y compris l'incapacitation, la létalité ou même d'autres points finaux.

NOTE 2 Lorsqu'il n'est pas utilisé en se référant à un irritant spécifique, le terme *CEF* représente la somme des *CEF* pour tous les irritants dans une atmosphère de combustion.

3.19

dose effective fractionnelle, *DEF*

rapport de la dose d'exposition pour un composant toxique asphyxiant sur celle censée produire un effet donné sur un sujet exposé de sensibilité moyenne

NOTE 1 En tant que concept, la *DEF* peut se référer à tout effet, y compris l'incapacitation, la létalité ou même d'autres points finaux.

NOTE 2 Lorsqu'il n'est pas utilisé en se référant à un asphyxiant spécifique, le terme *DEF* représente la somme des *DEF* pour tous les asphyxiants dans une atmosphère de combustion.

3.20

feu développé

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

[ISO/CEI 13943, définition 80]

3.21

hyperventilation

rythme et/ou profondeur de la respiration supérieur(s) à la normale

3.22

allumage

action d'allumer

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

[ISO/CEI 13943, définition 96]

3.23

état incapacitant

état d'incapacité physique à accomplir une tâche spécifique, par exemple l'incapacité à entreprendre une action efficace pour échapper à un incendie

3.24

irritant

toxique causant une irritation pulmonaire et/ou une irritation sensorielle

[ISO/CEI 13943, définition 107]

3.25

dose d'exposition létale 50, *LCt₅₀*

dose d'exposition d'un composant toxique qui, inhalée, cause une létalité de 50 % sur une population de la même espèce et exposée aux mêmes conditions expérimentales

3.26

irritation pulmonaire

action de toxiques sur l'appareil respiratoire inférieur qui peut provoquer une gêne respiratoire (par exemple dyspnée, accroissement du rythme respiratoire)

NOTE Dans les cas graves, une pneumonie ou un œdème pulmonaire peuvent survenir quelques heures après l'exposition et être fatals.

[ISO 13943, définition 132]

NOTE 1 As a concept, *FEC* may refer to any effect, including incapacitation, lethality or even other endpoints.

NOTE 2 When not used with reference to a specific irritant, the term *FEC* represents the summation of *FECs* for all irritants in a combustion atmosphere.

3.19

fractional effective dose, *FED*

ratio of the exposure dose for an asphyxiant toxicant to that expected to produce a given effect on an exposed subject of average susceptibility

NOTE 1 As a concept, *FED* may refer to any effect, including incapacitation, lethality or even other endpoints.

NOTE 2 When not used with reference to a specific asphyxiant, the term *FED* represents the summation of *FEDs* for all asphyxiants in a combustion atmosphere.

3.20

fully developed fire

state of total involvement of combustible materials in a fire

[ISO/IEC 13943, definition 80]

3.21

hyperventilation

rate and/or depth of breathing which is greater than normal

3.22

ignition

initiation of combustion

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

[ISO/IEC 13943, definition 96]

3.23

incapacitation

state of physical inability to accomplish a specific task, for example, the inability to take effective action to escape from a fire

3.24

irritant

toxicant causing pulmonary irritancy and/or sensory irritancy

[ISO/IEC 13943, definition 107]

3.25

lethal exposure dose 50, LC_{50}

exposure dose of a toxicant that, when inhaled, causes lethality in 50 % of a population all of which are the same species and all exposed under the same experimental conditions

3.26

pulmonary irritancy

action of toxicants on the lower respiratory tract which may result in breathing discomfort (for example dyspnoea, increase in respiratory rate)

NOTE In severe cases, pneumonitis or pulmonary oedema (which may be fatal) may occur some hours after exposure.

[ISO/IEC 13943, definition 132]

3.27

pyrolyse

partie de la décomposition chimique irréversible provoquée uniquement par une élévation de température

NOTE La pyrolyse peut être accompagnée par une décomposition due à d'autres actions telles qu'une attaque chimique.

[ISO/CEI 13943, définition 133]

3.28

irritation sensorielle

action de toxiques sur les yeux et/ou l'appareil respiratoire supérieur produisant une sensation douloureuse, résultant soit d'un stimulus direct de récepteurs spécialisés, soit d'un dommage tissulaire

[ISO/CEI 13943, définition 148]

3.29

essai à petite échelle

essai effectué sur un objet de petites dimensions

NOTE Un essai effectué sur une éprouvette dont la dimension maximale est inférieure à 1 m est habituellement appelé «essai à petite échelle».

[ISO/CEI 13943, définition 149]

3.30

fumée

partie visible des effluents du feu

[ISO/CEI 13943, définition 150]

3.31

danger toxique

possibilité de lésions ou de perte de la vie par exposition à des toxiques, eu égard à leur potentiel toxique, leur quantité, leur concentration et la durée d'exposition

[ISO/CEI 13943, définition 168]

3.32

puissance toxique

mesure de la dose d'exposition de composant toxique nécessaire pour obtenir un effet toxique spécifique

NOTE Plus la valeur de la puissance toxique est faible, plus la toxicité est élevée.

3.33

risque toxique

résultat de la multiplication de

- la probabilité d'apparition d'un risque toxique dans un processus ou un état technique donnés, et
- de l'importance attendue des lésions dans l'apparition du danger toxique

NOTE Le risque toxique est une partie du risque dû à l'incendie.

[ISO/CEI 13943, définition 170]

3.34

toxique

substance provoquant un effet nuisible sur un organisme vivant

[ISO/CEI 13943, définition 171]

3.27**pyrolysis**

that part of the irreversible chemical decomposition caused solely by a rise in temperature

NOTE Pyrolysis may be accompanied by decomposition due to other actions such as chemical attack.

[ISO/IEC 13943, definition 133]

3.28**sensory irritancy**

action of toxicants on the eyes and/or upper respiratory tract causing a painful sensation, either by a direct stimulus of specialized receptors or as a result of tissue damage

[ISO/IEC 13943, definition 148]

3.29**small-scale test**

test performed on an item of small dimensions

NOTE A test performed on a test specimen of which the maximum dimension is less than 1 m is usually called a "small-scale test".

[ISO/IEC 13943, definition 149]

3.30**smoke**

visible part of fire effluent

[ISO/IEC 13943, definition 150]

3.31**toxic hazard**

potential for injury or loss of life by exposure to toxicants with respect to their potency, quantity, concentration and duration of exposure

[ISO/IEC 13943, definition 168]

3.32**toxic potency**

measure of the exposure dose of toxicant required to elicit a specific toxic effect

NOTE The smaller the value of the toxic potency, the greater the toxicity.

3.33**toxic risk**

result of the multiplication of

- the probability of occurrence of a toxic hazard to be expected in a given technical operation or state, and
- the consequence or extent of injury to be expected on the occurrence of a toxic hazard

NOTE The toxic risk is part of the fire risk.

[ISO/IEC 13943, definition 170]

3.34**toxicant**

substance which causes an adverse effect upon a living organism

[ISO/IEC 13943, definition 171]

3.35

toxicité

capacité d'une substance à produire des effets nuisibles sur un organisme vivant

[ISO/CEI 13943, définition 172]

3.36

fraction volumique (d'un gaz dans un mélange gazeux)

rapport x/y , où x est le volume que le gaz seul occuperait à 25 °C sous 1 atm et où y est le volume que le mélange gazeux occuperait à 25 °C sous 1 atm

NOTE 1 Généralement exprimé en parties par million et souvent décrit de manière erronée comme une concentration.

NOTE 2 La concentration d'un gaz dans un mélange gazeux à une température, T , et à une pression, P , peut être calculée à partir de sa fraction volumique (en prenant comme hypothèse un comportement idéal du gaz) en multipliant la fraction volumique par la densité du gaz à la température, T , et à la pression, P .

4 Facteurs déterminant le risque toxique

4.1 Evaluation du risque toxique

Les principales questions concernant l'évaluation du risque toxique des feux sont les suivantes:

- a) Quelle quantité de produit est brûlée ou a subi une pyrolyse, et à quelle vitesse ?
- b) Quel est le degré de toxicité de l'effluent du feu ?
- c) De quelle façon l'évacuation est-elle entravée ?

4.2 Vitesse de combustion

La quantité d'effluents produite est proportionnelle à la quantité de produit brûlé ou a subi une pyrolyse. La vitesse de production d'effluents est déterminée par la vitesse de combustion ou de pyrolyse. Par conséquent, afin de réduire le danger toxique, il est nécessaire de diminuer l'allumabilité et de diminuer la vitesse de combustion, c'est-à-dire de diminuer les vitesses de développement du feu et de propagation de flammes.

4.3 Toxicité des effluents du feu

4.3.1 Généralités

Les effluents du feu se composent d'un mélange complexe de particules solides, d'aérosols liquides, de gaz et de vapeurs. Bien que les feux peuvent produire des effluents dont la composition diffère largement, les essais de toxicité ont montré que les gaz et vapeurs sont un facteur important dans l'apparition d'effets toxiques aigus. Les effets toxiques aigus prédominants peuvent être divisés en deux classes:

- a) effets asphyxiants,
- b) irritation sensorielle et/ou du système respiratoire supérieur.

Les asphyxiants sont présentés en 4.3.2. Les irritants sensoriels et/ou du système respiratoire supérieur sont présentés en 4.3.3.

A des concentrations suffisamment élevées, la plupart des irritants sensoriels et/ou du système respiratoire supérieur peuvent pénétrer plus profondément dans les poumons, provoquant des effets d'irritation pulmonaire qui sont normalement liés à la fois à la concentration et à la durée de l'exposition (c'est-à-dire la dose). Généralement, ces effets ne sont pas aigus et ne sont, par conséquent, pas considérés comme présentant une menace à une évacuation sans danger. Cependant, l'irritation pulmonaire peut provoquer une détresse respiratoire post-exposition, voire la mort, quelques heures à plusieurs jours après l'exposition en raison d'un œdème pulmonaire.

3.35**toxicity**

ability of a substance to produce adverse effects upon a living organism

[ISO/IEC 13943, definition 172]

3.36**volume fraction (of a gas in a gas mixture)**

ratio x/y , where x is the volume that the gas alone would occupy at 25 °C and 1 atm, and y is the volume that the gas mixture would occupy at 25 °C and 1 atm

NOTE 1 Usually expressed in parts per million, and often incorrectly described as a concentration.

NOTE 2 The concentration of a gas in a gas mixture at temperature, T , and at pressure, P , can be calculated from its volume fraction (assuming ideal gas behaviour) by multiplying the volume fraction by the density of the gas at temperature, T , and at pressure, P .

4 Factors determining toxic hazard**4.1 Evaluation of the toxic hazard**

The main questions concerning the evaluation of the toxic hazard from fire are:

- a) How much product is burned or pyrolyzed, and at what rate?
- b) How toxic is the fire effluent?
- c) How is escape impeded?

4.2 Burning rate

The quantity of effluent generated is proportional to the quantity of product burned or pyrolyzed. The rate of effluent generation is determined by the rate of burning or pyrolysis. Therefore in order to minimize toxic hazard, it is necessary to decrease ignitability and to decrease the burning rate, i.e. decrease the rates of fire growth and flame spread.

4.3 Toxicity of fire effluent**4.3.1 General**

Fire effluent consists of a complex mixture of solid particulates, liquid aerosols, gases and vapours. Although fires may generate effluent of widely differing compositions, toxicity tests have shown that gases and vapours are a major factor in the causes of acute toxic effects. The predominant acute toxic effects may be separated into two classes:

- a) asphyxiant effects
- b) sensory and/or upper respiratory irritation.

Asphyxiants are discussed in 4.3.2. Sensory and/or upper respiratory irritants are discussed in 4.3.3.

At sufficiently high concentrations, most sensory and/or upper respiratory irritants can penetrate deeper into the lungs, causing pulmonary irritation effects which are normally related both to concentration and to the duration of exposure (i.e. dose). Generally these effects are not acute and are therefore not regarded as presenting a threat to safe escape. However, pulmonary irritation may cause post-exposure respiratory distress and even death from a few hours up to several days after exposure due to pulmonary oedema.

Il existe également d'autres menaces importantes qui ne sont pas de nature toxique mais qui sont potentiellement mortelles. Celles-ci incluent les effets de la chaleur et de l'énergie rayonnante, les effets de raréfaction d'oxygène, et les effets de l'obscurcissement par la fumée.

Il a été largement reconnu par de nombreuses études techniques que la plupart des produits et des matériaux donnent des atmosphères de feu de puissance toxique généralement similaire. Aucune étude n'a prouvé que les substances de toxicité anormalement élevée sont importantes dans les feux.

Les combustibles dans un feu se composent souvent d'un mélange de matériaux et de produits qui ne sont pas identifiés en ce qui concerne leur nature et leur quantité relative. Dans ces cas, pour les besoins de l'estimation du danger toxique, une valeur LCt_{50} «générique» peut être utilisée, c'est-à-dire $900 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times \text{min}$ pour des feux bien ventilés avant embrasement éclair, et $450 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times \text{min}$ pour des feux en air vicié après embrasement éclair [1]¹, [2] et [3]. Pour l'évaluation de l'évacuation des occupants, les valeurs de $450 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times \text{min}$ et $220 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times \text{min}$, respectivement, sont recommandées dans l'ISO/TS 13571.

Les données d'essai indiquent que les effluents du feu des produits électrotechniques ne présentent pas de toxicité plus élevée que ceux des autres matériaux ou produits (par exemple, matériaux d'ameublement et de construction). Une bibliographie est fournie dans l'ISO/TR 9122-1 et des données supplémentaires sont indiquées dans les références [3], [4] et [5].

4.3.2 Asphyxiants

L'asphyxie est une cause importante de mort dans les incendies. Un asphyxiant est un composant toxique provoquant une hypoxie (une diminution de l'oxygène fourni au tissu cellulaire ou utilisé par ce même tissu), donnant lieu à une dépression du système nerveux central avec perte de conscience et en dernier lieu la mort. Les effets de ces composants toxiques dépendent des doses accumulées, c'est-à-dire de la concentration et du temps ou de la durée de l'exposition. La gravité des effets augmente avec l'augmentation de la dose. Parmi les composants toxiques des gaz de combustion, le monoxyde de carbone et l'acide cyanhydrique ont été les plus étudiés et sont mieux compris en ce qui concerne leur aptitude à provoquer l'incapacitation et la mort de ceux qui y sont exposés [6] et [7].

Le principe de base pour évaluer le composant asphyxiant lors de l'analyse du danger toxique tient compte de la dose d'exposition de chaque composant toxique, c'est-à-dire la zone comprise sous chaque courbe concentration-durée (voir l'ISO/TR 9122-5). Les doses effectives fractionnelles (*DEF*) sont déterminées pour chaque asphyxiant à chaque augmentation par palier de la durée. Le moment où leur somme accumulée dépasse une valeur de seuil spécifiée représente le temps disponible pour s'échapper par rapport au critère de sécurité choisi.

Pour le monoxyde de carbone, la dose incapacitante (fraction volumique $\times$ temps) est 0,035 min [8].

Pour l'acide cyanhydrique, la dose incapacitante n'est pas une constante mais elle varie en fonction de la fraction volumique [6]. L'analyse empirique des données obtenues pour les fractions volumiques dans la gamme 30×10^{-6} à 400×10^{-6} indiquent que le *DEF* peut être calculé en utilisant une expression exponentielle

¹ Les chiffres entre crochets se rapportent à la bibliographie.

There are also other important, non-toxic, threats to life. These include the effects of heat and radiant energy, the effects of depletion of oxygen, and the effects of smoke obscuration.

It has been widely recognized by many technical studies that most products and materials give fire atmospheres of generally similar toxic potency. No study has found evidence that substances of unusually high toxicity are important in fires.

Combustible fuel in a fire often consists of a mixture of materials and products that are unidentified as to their nature and relative quantity. In these cases, for the purpose of estimating toxic hazard, a "generic" LCt_{50} value may be employed, i.e., $900 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times \text{min}$ for well-ventilated, pre-flashover fires and $450 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times \text{min}$ for vitiated post-flashover fires [1]¹, [2] and [3]. For evaluation of occupants' escape, values of $450 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times \text{min}$ and $220 \text{ g} \times \text{m}^{-3} \times \text{min}$, respectively, are recommended in ISO/TS 13571.

Test data indicate that fire effluent from electrotechnical products offers no greater toxicity than that from other materials or products (for example, furnishings and building materials). A bibliography is provided in ISO/TR 9122-1 and additional data are found in references [3], [4], and [5].

4.3.2 Asphyxiants

Asphyxiation is a major cause of death in fires. An asphyxiant is a toxicant causing hypoxia (a decrease in oxygen supplied to or utilized by body tissue), resulting in central nervous system depression with loss of consciousness and, ultimately, death. Effects of these toxicants depend upon accumulated doses, i.e. a function of both concentration and the time or duration of exposure. The severity of the effects increases with increasing dose. Among the fire gas toxicants, carbon monoxide and hydrogen cyanide have received the most study and are best understood with respect to their capacity to cause incapacitation and death of those exposed [6] and [7].

The basic principle for assessing the asphyxiant component of toxic hazard analysis involves the exposure dose of each toxicant, i.e. the integrated area under each concentration-time curve (see ISO/TR 9122-5). Fractional effective doses (*FEDs*) are determined for each asphyxiant at each discrete increment of time. The time at which their accumulated sum exceeds a specified threshold value represents the time available for escape relative to chosen safety criteria.

For carbon monoxide, the incapacitating dose (volume fraction $\times$ time) is 0,035 min [8].

For hydrogen cyanide, the incapacitating dose is not a constant, but varies depending on the volume fraction [6]. Empirical analysis of data obtained for volume fractions in the range 30×10^{-6} to 400×10^{-6} indicate that the *FED* may be calculated using an exponential expression

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\exp(X_{HCN} / 4,3 \times 10^{-5})}{220 \text{ min}} \times \Delta t$$

où X_{HCN} est la fraction volumique moyenne du HCN sur l'augmentation de la durée Δt (voir l'ISO/TS 13571).

Pour les fractions volumiques inférieures à 30×10^{-6} , il convient d'utiliser la formule suivante

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} (304,4 \text{ min}^{-1} \times X_{HCN}) \times \Delta t$$

Si la fraction volumique du dioxyde de carbone dépasse 0,02, les doses d'exposition effectives des asphyxiants peuvent être considérées comme augmentées à cause de l'hyperventilation par un facteur de $\exp(X_{CO_2} / 0,05)$, où X_{CO_2} est égal à la fraction volumique du dioxyde de carbone (voir l'ISO/TS 13571).

4.3.3 Irritants sensoriels et/ou du système respiratoire supérieur

L'irritation sensorielle et/ou du système respiratoire supérieur stimule les récepteurs nerveux des yeux, du nez, de la gorge et de l'appareil respiratoire supérieur. Ces effets, qui paraissent liés uniquement à la concentration, vont de manière continue du picotement des yeux et de la gêne de tout l'appareil respiratoire supérieur à une douleur importante.

Le principe de base pour l'évaluation de la composante de gaz irritante de l'analyse de danger toxique ne concerne que la concentration de chaque irritant. Les concentrations effectives fractionnelles (CEF) sont déterminées pour chaque irritant à chaque augmentation par palier de la durée. Le moment où leur somme dépasse une valeur de seuil spécifiée représente le temps disponible pour s'échapper par rapport au critère de sécurité choisi.

Les fractions volumiques des gaz irritants qui sont supposées compromettre gravement la capacité d'un occupant à prendre des mesures efficaces pour s'échapper (valeurs F) pour certains des irritants les plus importants sont indiquées au Tableau 1 (voir l'ISO/TS 13571).

Tableau 1 – Valeurs F pour les irritants

(extraites de l'ISO/TS 13571)

Irritant	Valeur $F \times 10^6$
Acroléine	30
Dioxyde de soufre	150
Formaldéhyde	250
Dioxyde d'azote	250
Fluorure d'hydrogène	500
Bromure d'hydrogène	1 000
Chlorure d'hydrogène	1 000

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\exp(X_{HCN} / 4,3 \times 10^{-5})}{220 \text{ min}} \times \Delta t$$

where X_{HCN} is the average volume fraction of HCN over the time increment Δt (see ISO/TS 13571).

For volume fractions below 30×10^{-6} the following formula should be used

$$FED = \sum_{t_1}^{t_2} (304,4 \text{ min}^{-1} \times X_{HCN}) \times \Delta t$$

If the volume fraction of carbon dioxide exceeds 0,02 the effective exposure doses of asphyxiants can be considered to be increased because of hyperventilation by a factor of $\exp(X_{CO_2} / 0,05)$ where X_{CO_2} equals the volume fraction of carbon dioxide (see ISO/TS 13571).

4.3.3 Sensory and/or upper respiratory irritants

Sensory and/or upper respiratory irritation stimulates nerve receptors in the eyes, nose, throat and upper respiratory tract. Appearing to be related only to concentration, the effects lie on a continuum going from mild eye and upper respiratory discomfort all the way to severe pain.

The basic principle for assessing the irritant gas component of toxic hazard analysis involves only the concentration of each irritant. Fractional effective concentrations (*FECs*) are determined for each irritant at each discrete increment of time. The time at which their sum exceeds a specified threshold value represents the time available for escape relative to chosen safety criteria.

The volume fractions of irritant gases that are expected to seriously compromise occupants' ability to take effective action to accomplish escape (*F* values) for some of the more important irritants are listed in Table 1 (see ISO/TS 13571).

Table 1 – *F* values for irritants

(from ISO/TS 13571)

Irritant	<i>F</i> value $\times 10^6$
Acrolein	30
Sulphur dioxide	150
Formaldehyde	250
Nitrogen dioxide	250
Hydrogen fluoride	500
Hydrogen bromide	1 000
Hydrogen chloride	1 000

4.3.4 Toxicité anormalement élevée et puissance toxique extrême

La toxicité anormalement élevée se rapporte à des produits exerçant des types d'effet toxique qui ne sont pas normalement rencontrés dans les incendies (c'est-à-dire autres que l'asphyxie ou l'irritation). Comme indiqué dans l'introduction, les produits de toxicité anormalement élevée n'ont pas été considérés comme étant importants dans les incendies. La puissance toxique extrême suggère que la toxicité des produits est plus importante du point de vue de la masse que la toxicité des effluents du feu habituels.

Il n'existe à l'heure actuelle aucun exemple enregistré d'incendie dans lequel le danger serait le résultat d'une puissance toxique extrême.

4.4 Temps d'évacuation

Le temps disponible pour l'évacuation en cas d'incendie est le temps après lequel les occupants ne peuvent plus prendre de mesures efficaces pour accomplir leur propre évacuation. Il s'agit du plus court des quatre temps distincts estimés en considérant les gaz de combustion asphyxiants, les gaz de combustion irritants, la chaleur et l'obscurcissement de la vue dû à la fumée.

Un guide sur l'estimation du temps disponible pour l'évacuation en utilisant les données relatives au feu est fourni dans l'ISO/TS 13571.

5 Aspects généraux des méthodes d'essai à petite échelle utilisées pour évaluer le danger toxique des effluents des gaz de combustion

5.1 Généralités

Les essais de toxicité à petite échelle se composent, essentiellement, de deux parties:

- a) conditions de décomposition (modèle de feu), qui devraient être telles qu'elles produisent des effluents du feu qui ont la même composition relative que celle qui serait produite dans une étape spécifique de feu, et
- b) méthodes d'évaluation pour l'effluent du feu permettant d'évaluer ou de calculer la puissance toxique, qui peuvent être effectuées soit en exposant des animaux aux effluents du feu, d'une manière contrôlée, et en surveillant leur réponse, soit en effectuant des analyses chimiques de l'effluent du feu et en estimant la puissance toxique à partir de leurs concentrations.

La CEI 60695-7-2 résume les méthodes d'essai qui sont en usage commun dans l'évaluation de la puissance toxique aiguë létale et sublétale, et d'autres essais de toxicité. Elle inclut des observations particulières sur leur pertinence dans les scénarios de feu et donne des recommandations concernant leur utilisation.

Une partie cruciale de chaque méthode doit permettre de rapporter les effets ou concentrations toxiques observés par rapport à la perte de masse du matériau soumis aux essais. Sans ces informations, les données obtenues ne peuvent pas être utilisées pour évaluer le danger toxique d'un scénario de feu donné. Cela s'explique par le fait que les essais de puissance toxique à petite échelle ne permettent pas en eux-mêmes d'évaluer le risque de feu. Les données relatives à la puissance toxique doivent être combinées avec les données relatives à la combustion déterminées indépendamment et d'autres données pertinentes (par exemple le volume de dispersion supposé) pour estimer le danger toxique. Il convient de ne pas confondre puissance toxique et danger toxique.

L'ISO/TR 9122-1 établit en 3.3 qu'il y a «un besoin d'essayer d'incorporer les informations sur la toxicité et sur la combustibilité (et à ne pas utiliser les informations sur la toxicité en elles-mêmes comme une base de décisions sur les matériaux).» Il établit également, en 8.4, que «l'allumabilité et l'ensemble de la tenue au feu peuvent être les principales considérations dans la réduction du danger toxique.»

4.3.4 Unusually high toxicity and extreme toxic potency

Unusually high toxicity refers to products exerting types of toxic effect not normally encountered in fires (i.e. other than asphyxiation or irritancy). As stated in the introduction, products of unusually high toxicity have not been reported to be important in fires. Extreme toxic potency suggests that the toxicity of the products is much greater on a mass basis than the toxicity of usual fire effluent.

There is at present no recorded instance of a fire in which the hazard resulted from extreme toxic potency.

4.4 Escape time

The time available for escape from a fire is that time after which occupants can no longer take effective action to accomplish their own escape. It is the shortest of four distinct times estimated from consideration of asphyxiant fire gases, irritant fire gases, heat and visual obscuration due to smoke.

Guidance on the estimation of the time available for escape using fire data is provided in ISO/TS 13571.

5 General aspects of small-scale test methods used to evaluate the toxic hazard of fire gas effluent

5.1 General

Small-scale toxicity tests are comprised, essentially, of two parts:

- a) decomposition conditions (the fire model), which should be such that they generate fire effluent which has the same relative composition as that which would be produced in a specific stage of a fire, and
- b) evaluation methods for the fire effluent to assess or calculate toxic potency, which can be carried out by either exposing animals to the fire effluent, in a controlled manner, and monitoring their response, or by carrying out chemical analyses of the fire effluent and estimating toxic potency from their concentrations.

IEC 60695-7-2 summarizes the test methods that are in common use in the assessment of lethal and sub-lethal acute toxic potency and other toxicity tests. It includes special observations on their relevance to fire scenarios and gives recommendations on their use.

A critical part of any method is to be able to relate the toxic effect or concentrations observed to the mass loss of the material under test. Without this information the data that are obtained cannot be used to evaluate the toxic hazard of a given fire scenario. This is because small-scale toxic potency tests are not capable on their own of assessing fire hazard. Toxic potency data must be combined with independently determined combustion data and other relevant data (for example the assumed dispersal volume) to estimate toxic hazard. Toxic potency should not be confused with toxic hazard.

ISO/TR 9122-1 states in 3.3 that there is "a need to attempt to integrate toxicity and combustibility information (and not to use toxicity information by itself as a basis for decisions on materials)." It also states in 8.4 that "Ignitability and overall fire performance may be the prime considerations in reducing toxic hazard."

5.2 Modèle de feu

La composition d'un effluent du feu à partir d'un matériau donné n'est pas une propriété inhérente de ce matériau, mais dépend sérieusement des conditions dans lesquelles ce matériau brûle. Par conséquent, la puissance toxique des effluents du feu dépend des conditions de combustion. La température de dégradation et la quantité d'aération sont les principales variables qui affectent la composition des effluents du feu, et donc la puissance toxique.

Ces variables ont un effet critique, dans la mesure où elles affectent le rendement de conversion du carbone en oxydes de carbone (monoxyde de carbone et dioxyde de carbone – et le rapport CO_2/CO important et lié). Un rapport CO_2/CO plus faible indique une proportion plus élevée de monoxyde de carbone, qui entraînera une valeur de puissance toxique plus faible (c'est-à-dire un effluent plus toxique).

Il est crucial de démontrer que les conditions d'essai (modèle de feu) définies dans une méthode d'essai normalisée sont pertinentes pour l'étape concernée d'un feu réel et qu'elles en donnent une bonne réplique. L'ISO a publié, dans l'ISO/TR 9122-1, une classification générale des étapes de feu qui est donnée au Tableau 2. Les facteurs importants qui affectent la puissance toxique des effluents du feu sont la concentration en oxygène et l'irradiation/la température. Les conditions d'utilisation dans les essais à échelle du laboratoire peuvent être tirées du tableau de manière à correspondre, dans la mesure du possible, à des feux à échelle totale. Cependant, le feu implique un ensemble complexe et étroitement lié de phénomènes physiques et chimiques, et il est ainsi difficile de simuler tous les aspects d'un feu dans un appareillage à l'échelle du laboratoire. Ce problème de validité des modèles de feu est peut-être le problème technique individuel le plus compliqué associé à tous les essais au feu.

Après allumage, le développement du feu peut intervenir de différentes façons en fonction des conditions d'environnement, ainsi que de la disposition physique des matériaux combustibles. Cependant, on peut établir un modèle général pour le développement du feu à l'intérieur d'un compartiment, dans lequel la courbe générale température-temps montre trois étapes, plus une étape de décroissance (voir Figure 1).

L'Etape 1 (décomposition sans flammes) est l'étape initiale du feu avant qu'il n'y ait des flammes soutenues, avec une légère augmentation de la température dans la pièce où se propage le feu. La fumée et la production d'effluents toxiques constituent les risques principaux au cours de cette étape. L'Etape 2 (feu en développement) commence à l'allumage et se termine par une augmentation exponentielle de la température de la pièce où se produit le feu. La propagation de flammes, le dégagement de chaleur et la production de fumées et d'effluents toxiques sont les principaux risques au cours de cette étape. L'Etape 3 (feu développé) commence lorsque la surface de tous les éléments combustibles de la pièce s'est décomposée de telle sorte qu'un allumage soudain se produit dans toute la pièce, avec une augmentation rapide et importante la température (embrasement éclair).

A la fin de l'Etape 3, les produits combustibles et/ou l'oxygène ont été largement consommés et la température diminue donc à une vitesse qui dépend de l'aération et des caractéristiques de transfert de chaleur et de masse du système. Cela est appelé étape de décroissance.

Dans chacune de ces étapes, un mélange différent de produits de décomposition peut se former et il influencera à tour de rôle la toxicité des effluents du feu produits au cours de cette étape.

5.2 Fire model

The composition of the fire effluent from a given material is not an inherent property of that material, but is critically dependent on the conditions under which that material is burnt. Therefore, the toxic potency of fire effluent is dependent on burning conditions. Decomposition temperature and the amount of ventilation are the main variables which affect the composition of fire effluent, and hence the toxic potency.

These variables have a critical effect because they affect the efficiency of the conversion of carbon to oxides of carbon (carbon monoxide and carbon dioxide – and the important and related CO_2/CO ratio). A lower CO_2/CO ratio indicates a higher proportion of carbon monoxide, which will result in a lower toxic potency value (i.e. a more toxic effluent).

It is critical to show that the test conditions (the fire model) defined in a standardized test method are relevant to, and replicate the desired stage of a fire. ISO has published a general classification of fire stages in ISO/TR 9122-1, shown in Table 2. The important factors affecting the toxic potency of fire effluent are oxygen concentration and irradiance/temperature. Conditions for use in laboratory scale tests can be derived from the table in order to correspond, as far as possible, to full scale fires. However, fire involves a complex and interrelated array of physical and chemical phenomena, and as a result, it is difficult to simulate all aspects of a fire in a laboratory-scale apparatus. This problem of fire model validity is perhaps the single most difficult technical problem associated with all fire testing.

After ignition, fire development may occur in different ways depending on the environmental conditions, as well as on the physical arrangement of the combustible materials. However, a general pattern can be established for fire development within a compartment, where the general temperature-time curve shows three stages, plus a decay stage (see Figure 1).

Stage 1 (non-flaming decomposition) is the incipient stage of the fire prior to sustained flaming, with little rise in the fire room temperature. Smoke and toxic effluent production are the main hazards during this stage. Stage 2 (developing fire) starts with ignition and ends with an exponential rise in fire room temperature. Spread of flame, heat release and the production of smoke and toxic effluent are the main hazards during this stage. Stage 3 (fully developed fire) starts when the surface of all of the combustible contents of the room has decomposed to such an extent that sudden ignition occurs all over the room, with a rapid and large increase in temperature (flashover).

At the end of Stage 3, the combustibles and/or oxygen have been largely consumed and hence the temperature decreases at a rate which depends on the ventilation and the heat and mass transfer characteristics of the system. This is known as the decay stage.

In each of these stages, a different mixture of decomposition products may be formed and this, in turn, will influence the toxicity of the fire effluent produced during that stage.

Tableau 2 – Classification générale des étapes de feu conformément à l'ISO/TR 9122-1

Etapes du feu		Oxygène ^a %	Rapport CO ₂ /CO ^b	Température _a °C	Irradiation ^c kW·m ⁻²
Etape 1	Décomposition sans flammes				
	• Couvant (autoentretenu)	21	Ne s'applique pas	< 100	Ne s'applique pas
	• Sans flammes (oxydant)	5 à 21	Ne s'applique pas	< 500	< 25
	• Sans flammes (pyrolytique)	< 5	Ne s'applique pas	< 1 000	Ne s'applique pas
Etape 2	Feu en développement (avec flammes)	10 à 15	100 à 200	400 à 600	20 à 40
Etape 3	Feu développé (avec flammes)				
	• Aération relativement faible	1 à 5	< 10	600 à 900	40 à 70
	• Aération relativement élevée	5 à 10	< 100	600 à 1 200	50 à 150

^a Condition d'environnement générale (moyenne) à l'intérieur du compartiment.
^b Valeur moyenne dans la plume du feu, près du feu.
^c Irradiation incidente sur l'éprouvette (moyenne).

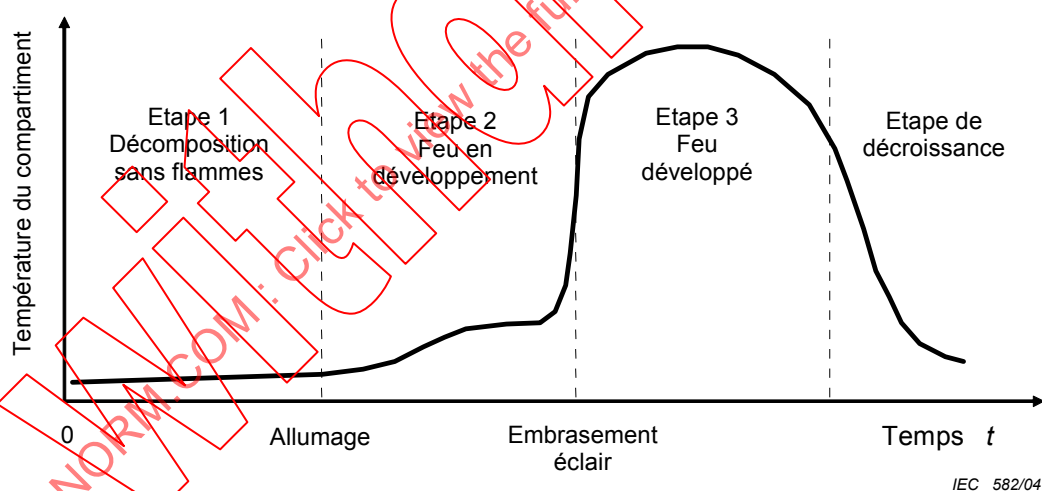


Figure 1 – Différentes étapes du développement d'un feu à l'intérieur d'un compartiment

5.3 Méthodes statiques

Dans un essai statique, l'éprouvette brûle dans une pièce fermée et les effluents produits s'accumulent dans le temps. Dans certains essais, un ventilateur agit l'effluent afin d'empêcher la formation de couches et de le rendre homogène. Les échantillons sont ensuite prélevés pour analyse.

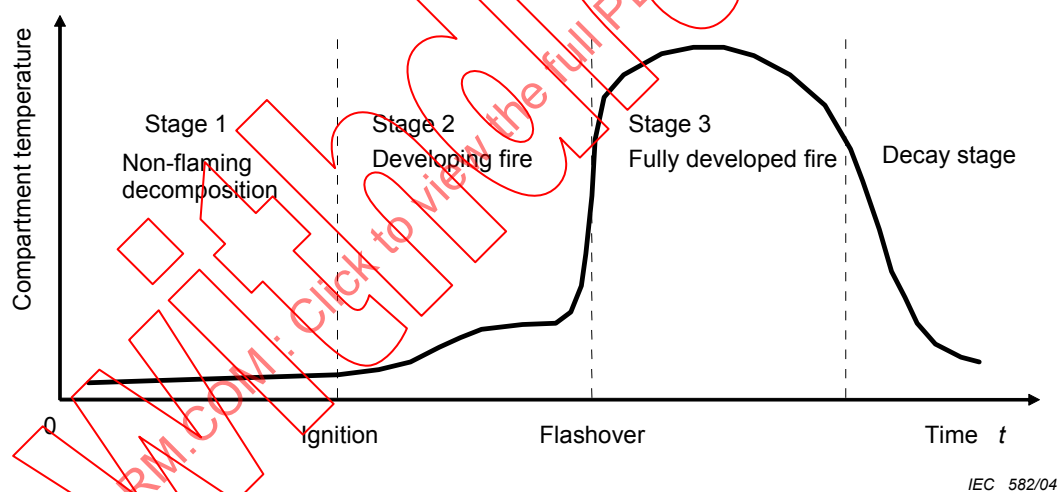
5.4 Essais dynamiques

Dans un essai dynamique, l'effluent de l'éprouvette est extrait par un circuit d'évacuation à un débit mesuré. Les échantillons peuvent être prélevés pour analyse ou, avec les systèmes d'analyse à infrarouges, une mesure continue est possible.

Table 2 – General classification of fire stages in accordance with ISO/TR 9122-1

Stages of fire		Oxygen ^a %	CO ₂ /CO ratio ^b	Tempe- rature ^a °C	Irradiance ^c kW·m ⁻²
Stage 1	Non-flaming decomposition				
	• Smouldering (self-sustaining)	21	Not applicable	< 100	Not applicable
	• Non-flaming (oxidative)	5 to 21	Not applicable	< 500	< 25
	• Non-flaming (pyrolytic)	< 5	Not applicable	< 1 000	Not applicable
Stage 2	Developing fire (flaming)	10 to 15	100 to 200	400 to 600	20 to 40
Stage 3	Fully developed fire (flaming)				
	• Relatively low ventilation	1 to 5	< 10	600 to 900	40 to 70
	• Relatively high ventilation	5 to 10	< 100	600 to 1 200	50 to 150

^a General environmental condition (average) within compartment.
^b Mean value in fire plume near to fire.
^c Incident irradiance on to test specimen (average).

**Figure 1 – Different phases in the development of a fire within a compartment**

5.3 Static methods

In a static test, the test specimen burns in a closed chamber and the effluent produced builds up over time. In some tests, a fan stirs the effluent to prevent layering and to make it homogeneous. Samples are then taken for analysis.

5.4 Dynamic methods

In a dynamic test the effluent from the test specimen is drawn through an exhaust system at a measured flow rate. Samples may be taken for analysis or, with infra-red analysis systems, continuous measurement is possible.

5.5 Mesure de la toxicité

5.5.1 Généralités

Les premières études sur la toxicité des effluents du feu étaient basées en grande partie sur l'analyse chimique des gaz de combustion et ont souvent donné des conclusions incorrectes en raison du manque de données relatives à la puissance toxique des gaz individuels, et du manque d'évaluation du rôle de la température de dégradation et de l'aération.

Les travaux élaborés dans les années 70 et au début des années 80 ont porté sur les expérimentations sur les animaux en se basant sur le fait qu'une compréhension totale des interactions potentielles entre les composants individuels des effluents du feu et la présence possible de produits présentant une toxicité anormalement élevée, ne pourraient être déterminées que par l'utilisation des animaux.

Les conclusions de ces travaux ont révélé qu'il n'y a que des effets interactifs modérés entre les constituants des effluents du feu et qu'il n'y a pas eu d'exemple de la présence de produits présentant une toxicité spécifique anormalement élevée dans les effluents du feu. Les puissances toxiques des effluents du feu de la plupart des matériaux se sont révélées être dans un ordre d'amplitude de un et demi.

Il est possible de calculer les puissances toxiques des mélanges de gaz de combustion de façon relativement précise, en se basant sur les résultats des analyses chimiques et sur les données toxicologiques déjà disponibles des expérimentations sur les animaux. Cela évite le besoin d'utiliser les animaux dans la mesure de routine de la puissance toxique, bien qu'il soit reconnu qu'un usage limité des expérimentations sur les animaux peut être nécessaire lorsque les données toxicologiques de base pour un effluent du feu particulier ne sont pas disponibles.

5.5.2 Méthodes basées sur des analyses chimiques

Les méthodes basées sur des analyses chimiques utilisent des techniques analytiques de laboratoire conventionnelles pour mesurer de façon statique ou dynamique les concentrations de différents gaz dans l'effluent du feu produit par le modèle de feu. Les méthodes comportent des tubes de Draeger, un échantillonnage des effluents du feu pour l'analyse chimique humide, la spectroscopie infrarouge (IR) incluant la spectroscopie IR par la transformée de Fourier et la spectroscopie IR non dispersive, la chromatographie gazeuse – la spectrométrie de masse et la chromatographie ionique.

Il y a plusieurs facteurs qui ont un impact critique sur la précision des techniques basées sur l'analyse chimique:

- a) Les types d'effluents choisis pour analyse doivent être assez diversifiés pour couvrir ceux dont on peut raisonnablement attendre la présence d'après la composition connue du matériau soumis aux essais.

Dans tous les cas, le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone et l'oxygène doivent être mesurés.

NOTE Dans le cas des huiles isolantes électriques, le TC10 de la CEI recommande que, dans la mesure du possible, les concentrations des espèces toxiques suivantes soient déterminées:

- 1) Acroléine et formaldéhyde.
 - 2) Dioxines et furannes (pour les huiles suspectées de contamination par des biphenyles polychlorés).
 - 3) Hydrocarbures aromatiques polycycliques (pour les huiles minérales).
- b) Il faut utiliser une méthode fiable pour évaluer la perte de masse de l'éprouvette au cours de l'essai, afin de pouvoir convertir les concentrations en gaz mesurées en concentration par unité de perte de masse de l'éprouvette.
 - c) Les mesures de concentrations en gaz et de perte de masse peuvent être converties en une valeur de puissance toxique. Voir la CEI 60695-7-3 pour une méthode de calcul.