

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60695-1-1

Troisième édition
Third edition
1999-11

**PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION**

Essais relatifs aux risques du feu –

**Partie 1-1:
Guide pour l'évaluation des risques du feu
des produits électrotechniques –
Directives générales**

Fire hazard testing –

**Part 1-1:
Guidance for assessing the fire hazard of
electrotechnical products –
General guidelines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60695-1-1:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

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 in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60695-1-1

Troisième édition
Third edition
1999-11

**PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION**

Essais relatifs aux risques du feu –

**Partie 1-1:
Guide pour l'évaluation des risques du feu
des produits électrotechniques –
Directives générales**

Fire hazard testing –

**Part 1-1:
Guidance for assessing the fire hazard of
electrotechnical products –
General guidelines**

© IEC 1999 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS.....	4
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Définitions	10
4 Evaluation des dangers de l'incendie	12
4.1 Généralités.....	12
4.2 Développement de l'évaluation des dangers de l'incendie.....	12
5 Essais relatifs aux risques du feu	20
5.1 Généralités.....	20
5.2 Evaluation des dangers.....	20
5.3 Types d'essais relatifs aux risques du feu.....	20
5.4 Préparation des prescriptions et des spécifications d'essai	24
Annexe A (informative) Organigrammes	30
Annexe B (informative) Utilisation de conduits plastiques rigides – Evaluation du danger du feu	46
Bibliographie	72

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
Clause	
1 Scope.....	11
2 Normative references.....	11
3 Definitions	11
4 Fire hazard assessment.....	13
4.1 General	13
4.2 Development of fire hazard assessment.....	13
5 Fire hazard tests.....	21
5.1 General	21
5.2 Hazard assessment.....	21
5.3 Types of fire hazard tests.....	21
5.4 Preparation of requirements and test specifications.....	25
Annex A (informative) Flow charts	31
Annex B (informative) Use of rigid plastic conduit – A fire hazard assessment	47
Bibliography	73

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 1-1: Guide pour l'évaluation des risques du feu des produits électrotechniques – Directives générales

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60695-1-1 a été établie par le comité d'études 89 de la CEI: Essais relatifs aux risques du feu.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1995 et le corrigendum (1996). Elle en constitue une révision technique.

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

Le texte de cette norme est issu de la deuxième édition, du corrigendum et des documents suivants.

FDIS	Rapport de vote
89/374/FDIS	89/381/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 3.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

Le contenu des corrigenda de janvier 2000 et août 2000 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRE HAZARD TESTING –

**Part 1-1: Guidance for assessing the fire hazard of
electrotechnical products – General guidelines**

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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1995 and the corrigendum (1996). It also constitutes a technical revision.

This standard has the status of a basic safety standard in accordance with IEC Guide 104.

The text of this standard is based on the second edition, the corrigendum and the following documents:

FDIS	Report on voting
89/374/FDIS	89/381/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 3.

Annexes A and B are for information only.

The contents of the corrigenda of January 2000 and August 2000 have been included in this copy.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2005.

A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60695-1-1:1999

Withdrawn

The committee has decided that this publication remains valid until 2005.

At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60695-1-1:1999

INTRODUCTION

Le risque d'incendie est à prendre en considération dans tout circuit électrique. En ce qui concerne ce risque, l'objectif dans la conception du matériel et des composants ainsi que dans le choix des matériaux sera de réduire la probabilité d'incendie, même dans le cas d'usage anormal, de mauvais fonctionnement et de défaillance prévisibles. Le but premier est d'empêcher l'allumage dû aux parties sous tension mais également, si un allumage et un feu se produisent, de circonscrire le feu de préférence à l'intérieur de l'enceinte du produit électrotechnique. Dans le cas où les parois des produits électrotechniques sont exposées à un feu externe, des mesures seront prises pour s'assurer que ces parois ne contribuent pas au développement de l'incendie de façon plus importante que les produits de construction ou les structures situés dans le voisinage immédiat.

INTRODUCTION

The risk of fire needs to be considered in any electrical circuit. With regard to this risk, the objective of component circuit and equipment design and the choice of material is to reduce the likelihood of fire even in the event of foreseeable abnormal use, malfunction or failure. The primary aim is to prevent ignition due to the electrically energized part but, if ignition and fire do occur, to control the fire preferably within the bounds of the enclosure of the electrotechnical product. In cases where surfaces of the electrotechnical products are exposed to an external fire, care will be taken to ensure that they do not contribute to the fire growth to a greater extent than the building products or structures in the immediately surrounding areas.

ESSAIS RELATIFS AUX RISQUES DU FEU –

Partie 1-1: Guide pour l'évaluation des risques du feu des produits électrotechniques – Directives générales

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60695 fournit des directives pour évaluer les risques du feu des produits électrotechniques (voir article 4) et pour développer en conséquence les essais relatifs aux risques de feu (voir article 5) liés directement aux dommages aux personnes, aux animaux ou aux biens. Les produits définis dans cette norme désignent les matériaux, les composants ou les produits finis complets.

La présente norme est destinée à être un guide pour les comités de la CEI et devrait être utilisée en fonction de leurs applications particulières. L'attention est attirée sur les principes du Guide 104 de la CEI et sur le rôle des comités chargés de fonctions pilotes de sécurité et de fonctions groupées de sécurité.

L'une des responsabilités d'un comité d'études consiste, le cas échéant, à utiliser les publications fondamentales de sécurité dans le cadre de l'élaboration de ses publications.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60695. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60695 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60695-4:1993, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 4: Terminologie relative aux essais au feu*

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

Guide CEI 109:1995, *Aspects liés à l'environnement – Prise en compte dans les normes électrotechniques de produits*

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

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60695, les définitions suivantes sont applicables.

3.1

danger du feu

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

FIRE HAZARD TESTING –

Part 1-1: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products – General guidelines

1 Scope

This part of IEC 60695 provides guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products (see clause 4) and for the resulting development of fire hazard testing (see clause 5) as related directly to harm to people, animals or property. Products, as defined in this standard, relate to materials, components or complete end-use products.

This standard is intended as guidance to IEC committees, and should be used with respect to their individual applications. Attention is drawn to the principles in IEC Guide 104, and to the role of committees with safety pilot functions and safety group functions.

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 normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60695. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60695 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60695-4:1993, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests*

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

IEC Guide 109:1995, *Environmental aspects – Inclusion in electrotechnical product standards*

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

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 60695, the following definitions apply.

3.1

fire hazard

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

3.2

risque d'incendie

probabilité d'incendie

NOTE Le risque est décrit en termes de probabilité combinant:

- a) la fréquence d'apparition d'un événement indésirable dans un processus ou un état techniques donnés, et
- b) l'importance des dommages à prévoir lors de l'apparition de l'événement.

4 Evaluation des dangers de l'incendie

4.1 Généralités

Il est important de comprendre et de maintenir la différence entre «dangers de l'incendie» et «risque d'incendie». Le souci principal dans une évaluation du danger est de minimiser le risque d'incendie causé par un allumage déclenché électriquement dans les produits électrotechniques, et, dans le cas où un tel incendie se déclarerait, de limiter sa propagation. Les événements externes tels que le déclenchement d'un incendie dans l'environnement doivent aussi être pris en considération mais en second lieu et à un degré moindre; toutefois, une mauvaise utilisation délibérée d'un produit électrotechnique ne doit pas, en général, être prise en compte.

Il faut prendre aussi en considération le dégagement de chaleur et l'opacité, la toxicité et la corrosivité des fumées émises par un produit en combustion, ainsi que toute aptitude requise pour fonctionner dans des conditions d'incendie. Ces dangers sont tous en relation avec l'allumage et le développement de l'incendie. L'émission de gaz peut également, dans certaines circonstances, conduire à un risque d'explosion.

Certains produits électrotechniques, tels que les enceintes de grandes dimensions, les câbles et les conduits isolés, peuvent en fait couvrir une fraction importante des surfaces et des produits de finition de matériaux de construction ou peuvent traverser des parois résistant au feu. Dans ces conditions, les produits électrotechniques, en cas d'exposition à un feu externe, doivent être évalués du point de vue de leur contribution aux dangers de l'incendie comparés aux matériaux de construction ou aux structures sans installation de produits électrotechniques.

Il convient que les normes prévues pour le produit final incluent, après un examen détaillé de tous les dangers liés à un scénario feu, une série d'essais ou un essai unique, selon le cas, pour traiter le ou les dangers spécifiques définis.

4.2 Développement de l'évaluation des dangers de l'incendie

4.2.1 Panorama des éléments des dangers de l'incendie

Les dangers de l'incendie d'un produit électrotechnique dépendent de ses propriétés, des conditions de service et de l'environnement où il est utilisé, y compris le nombre et la mobilité des personnes, la valeur et la fragilité des biens susceptibles d'être exposés à un incendie où ce produit serait impliqué. Par conséquent, une procédure d'évaluation des dangers de l'incendie pour un produit particulier doit décrire le produit, ses conditions de fonctionnement et son environnement.

4.2.2 Etapes fondamentales

Les étapes fondamentales à suivre dans le développement d'une évaluation des dangers de l'incendie sont les suivantes:

- a) définition du domaine d'application (par exemple gamme des produits électrotechniques intéressés) et du contexte (par exemple où et comment les produits sont utilisés) (voir 4.2.2.1);
- b) identification des scénarios d'intérêt (voir 4.2.2.2);
- c) choix des critères à utiliser (voir 4.2.2.3);
- d) interprétation des résultats (voir 4.2.2.4).

3.2

fire risk

the probability of fire

NOTE The risk is described in terms of probability, combining:

- a) the frequency of occurrence of an undesired event to be expected in a given technical operation or state, and,
- b) the extent of damage to be expected on the occurrence of the event.

4 Fire hazard assessment

4.1 General

It is important to understand and maintain the differences between "fire hazard" and "fire risk". The primary concern for hazard assessment is to minimize the risk of fires caused by electrically induced ignition within electrotechnical products and, should one start, to limit fire propagation. External events, such as the outbreak of a fire in the environment, shall also be considered, but as a secondary matter and to a lesser extent; however, deliberate misuse of an electrotechnical product shall, in general, be disregarded.

Consideration shall also be given to heat release and opacity, toxicity and corrosivity of the smoke from a burning product, and any necessary ability to function under fire conditions. These hazards are all related to ignition and fire growth. The emission of gases may also lead to a risk of explosion under certain circumstances.

Certain electrotechnical products, such as large enclosures, insulated cables and conduits, may in fact cover large portions of surfaces and finishing materials of building construction or may penetrate fire-resisting walls. In these circumstances, electrotechnical products, when exposed to an external fire, shall be evaluated from the standpoint of their contribution to the fire hazard in comparison to the building materials or structure lacking the installation of electrotechnical products.

Following a detailed review of all the hazards related to a fire scenario, the final product standards, as drafted, should include a series of tests or a single test, as appropriate, to address the specific hazard(s) defined.

4.2 Development of fire hazard assessment

4.2.1 Overview of fire hazard elements

The fire hazard of an electrotechnical product depends on its characteristics, service conditions and the environment in which it is used, including the number and type of people, the value and vulnerability of property to be exposed to a fire involving that product. Therefore, a fire hazard assessment procedure for a particular product shall describe the product, its conditions of operation and its environment.

4.2.2 Basic steps

The basic steps to follow in developing a fire hazard assessment are:

- a) the definition of the scope (for example, the electrotechnical product range concerned) and the context (for example, where and how the products are used) (see 4.2.2.1);
- b) the identification of the scenarios of concern (see 4.2.2.2);
- c) the selection of the criteria to be used (see 4.2.2.3);
- d) the interpretation of results (see 4.2.2.4).

4.2.2.1 Définition du domaine d'application et du contexte

La première étape comprend la définition de la gamme de produits électrotechniques auxquels s'applique l'évaluation des dangers de l'incendie, et l'examen des points de différence ou de similitude dans la gamme du produit et dans ses utilisations, qui peuvent définir les paramètres de la procédure d'évaluation des dangers de l'incendie. Cela peut être fait en répondant aux questions suivantes.

a) Gamme de produits électrotechniques

Quelle est la définition du produit à couvrir? Est-ce que le produit est suffisamment bien défini pour que l'on puisse toujours déterminer si le produit est effectivement dans cette gamme? Est-ce qu'il est décrit dans une norme CEI applicable? Est-ce que la description est suffisamment large pour que soient également inclus tous les produits susceptibles de remplacer les produits couverts? Est-ce que le domaine d'application permet de déterminer si un produit donné est couvert?

b) Conditions d'utilisation

Quelles sont les conditions de service du produit électrotechnique: utilisation continue ou intermittente? Est-ce que le produit est ou non sous surveillance en service? Est-ce que la température ambiante est contrôlée?

Quelles sont les indications fournies par l'emplacement du produit électrotechnique sur son rôle dans l'origine ou la propagation du feu, résultant de son interaction avec d'autres objets dans l'environnement?

Est-ce que le produit est toujours dans un espace clos ou dans un espace ouvert?

Quel est le nombre de personnes concernées et quelles sont leurs aptitudes?

A quelle distance du feu se trouve la population exposée ou le matériel sensible?

c) Test du domaine d'application et du contexte

En utilisant les réponses aux questions, formuler une description provisoire du produit et de ses conditions d'utilisation. Cette tentative de description peut ensuite être testée sur une liste de produits qui sont des candidats potentiels pour être inclus dans le domaine d'application et le contexte, en utilisant la procédure décrite dans l'annexe A, organigramme 1.

4.2.2.2 Identification des scénarios d'intérêt

Un scénario feu est une description détaillée des conditions dans lesquelles se déroulent une ou plusieurs des étapes d'un feu réel, ou d'une simulation complète, depuis la situation avant l'allumage jusqu'à la fin de la combustion. Il y a souvent plus d'un scénario feu dans lequel peut participer le produit électrotechnique et, en principe, on peut supposer que le produit contribue différemment aux dangers de l'incendie associés à chaque scénario. Par conséquent, une évaluation distincte des dangers est requise pour chaque scénario important identifié.

Que l'objet de l'évaluation soit un produit ou un système, les caractéristiques les plus importantes du scénario seront généralement soit celles qui définissent les conditions d'incendie qui font que le produit est impliqué dans l'incendie, soit celles qui indiquent le moment dans l'incendie où la contribution du produit aura les plus dangereuses conséquences.

a) Implication du produit électrotechnique dans l'incendie

Dans le cas des produits électrotechniques, il est de première importance de connaître la source d'allumage. Si le produit est sa propre source d'allumage, il faut analyser en détail en termes de comportement électrique, les conditions dans lesquelles l'allumage pourrait se produire (voir tableau 1). S'agit-il d'un court-circuit (ce qui est rarement le cas), d'un point chaud (cause du point chaud), ou d'un échauffement excessif général? Combien de temps le mauvais fonctionnement électrique a-t-il duré avant que ne se produise l'allumage? Il convient que chaque scénario donne une description précise des conditions détaillées gouvernant le début du feu, y compris l'accumulation éventuelle de gaz dans un espace clos.

4.2.2.1 Definition of the scope and context

The first step involves defining the range of electrotechnical products to which the fire hazard assessment is to apply, examining the points of variability and commonality in the product range and its uses which may define the parameters of the fire hazard assessment procedure. This may be done by answering the questions set out below.

a) *Range of electrotechnical products*

What is the definition of the product to be covered? Is the product described well enough that it can always be determined whether the product is in the range? Is it described by an applicable IEC standard? Is the description broad enough so that all products capable of substituting for the products covered are also included? Does the scope allow it to be determined if a given product is covered?

b) *Circumstances of use*

What are the service conditions of the electrotechnical product: continuous or intermittent use? Is the product attended or not during service? Is the surrounding temperature controlled?

What does the location of the electrotechnical product indicate about its role in causing or propagating fire, resulting from its interaction with other objects in the environment?

Is the product always in an enclosed or exposed space?

What are the number and capabilities of persons involved?

How close is the exposed population or critical equipment to the fire?

c) *Testing of the defined scope and context*

Using the answers to the above questions, formulate a trial description of the product and its circumstances of use. The *trial description* can then be tested against a list of products, which are potentially candidates for inclusion in the scope and context, by making use of the procedure outlined in annex A, flow chart 1.

4.2.2.2 Identification of scenarios of concern

A fire scenario is a detailed description of conditions of one or more stages in an actual fire from before ignition to completion of combustion, or a full-scale simulation. There will often be more than one fire scenario in which the electrotechnical product can participate, and in principle, the product can be assumed to contribute differently to the fire hazard associated with each scenario. Therefore, a separate hazard assessment is required for each important scenario identified.

Whether the focus of assessment is a product or a system, typically the most important scenario characteristics will be those that either define the fire conditions that cause the product to become involved in fire, or that indicate the time in the fire when its contribution will cause the greatest hazard consequences.

a) *Electrotechnical product involvement in fire*

The knowledge of the source of ignition is of prime importance in the case of electrotechnical products. If the product is its own source of ignition, conditions through which the ignition could take place are to be analyzed in detail in terms of electrical behaviour (see table 1). Is it a short circuit (which is seldom the case), a hot spot (cause of the hot spot), or a general overheating? How long did the electrical malfunction continue before ignition took place? Each scenario should give a precise description of the detailed conditions governing the initiation of the fire, including the possible accumulation of gases within an enclosed space.

Si le produit électrotechnique n'est pas sa propre source d'allumage, quand et comment est-il impliqué dans l'incendie:

- Le produit est-il le premier objet susceptible d'être allumé?
- Le produit est-il produit potentiellement une source importante de combustible même s'il n'est pas le premier objet allumé?
- Le produit est-il un agent potentiel de propagation du feu?

Si l'une de ces situations peut être identifiée comme étant la plus préoccupante, cela peut signifier qu'une seule caractéristique de comportement au feu du produit est d'importance majeure, telle que l'aptitude du produit à donner rapidement naissance à un danger notable, la quantité de produits utilisés ou la persistance du danger durant et après les opérations d'extinction. De telles déterminations peuvent alors être utilisées pour définir des méthodes d'essai ou de calcul qui mesureront la contribution du produit aux dangers de l'incendie à ces étapes d'un incendie.

b) *Aspects appropriés du comportement au feu des produits*

Cet exercice s'applique à la fois aux produits électrotechniques et aux autres objets environnants qui peuvent participer au déclenchement, à la croissance et au développement du feu.

Le but recherché en répondant aux questions posées est de caractériser les aspects du danger énumérés ci-dessous (voir aussi annexe A, organigramme 2, sections 2A à 2F):

- potentialité d'être une source d'allumage;
- allumabilité;
- vitesse de propagation de la flamme;
- incandescence, feu couvant, fusion;
- pic de débit calorifique, vitesse de développement du feu, dégagement total de chaleur;
- vitesse de perte de masse ou de production d'effluents du feu;
- opacité des fumées produites;
- corrosivité des effluents du feu produits;
- profil des espèces toxiques produites (irritantes et asphyxiantes): vitesse, puissance toxique totale;
- maintien de la fonction dans les conditions d'incendie (par exemple intégrité des structures, continuité du service, réponse mécanique);
- quantité de produits utilisés par rapport à la taille ou au type d'utilisation du local.

c) *Utilisation de scénarios pour définir les paramètres clés*

Une méthode d'essai ou de calcul nécessitera un certain nombre de spécifications ou de données à traiter. Par exemple, un essai de débit calorifique d'un produit en combustion nécessitera la spécification du type d'allumage (par exemple par flamme pilote), le niveau du flux de chaleur incident, et toute prescription sur le contrôle des teneurs en oxygène et en humidité dans l'atmosphère de combustion. Lorsque le produit n'est pas le premier objet allumé, les combustibles proches impliqués seront importants pour déterminer les conditions thermiques auxquelles le produit est exposé.

Chacune des spécifications ou des données requises par la méthode d'essai ou de calcul sera déterminée à partir des caractéristiques du scénario choisi. Cela nécessitera vraisemblablement l'utilisation de statistiques d'incendies appropriés et des jugements documentés d'experts. En accomplissant ces étapes, l'élaboration d'une évaluation des dangers de l'incendie nécessitera d'identifier les mesures appropriées et les méthodes de calcul susceptibles de caractériser le danger. Un examen détaillé du scénario fournira la spécification des paramètres pour ces méthodes d'essai ou de calcul.

If the electrotechnical product is not its own source of ignition, describe when and how it tends to become involved in fire:

- Is the product likely to be the first item ignited?
- Is the product a potentially significant fuel source, even if it is not the first item ignited?
- Is the product a potential agent for fire propagation?

If one of these situations can be identified as being the greatest concern, then this may mean that a single fire performance characteristic is of the greatest importance, such as that product's ability to generate a significant hazard quickly, the quantity of products in use, or the persistence of the hazard during and after suppression operations. Such determinations can then be used to define test methods or calculation procedures that will measure the product's contribution to fire hazard at these stages of a fire.

b) *Relevant aspects of fire behaviour*

This exercise applies to both electrotechnical products and other objects in the environment which may participate in the initiation, growth and development of fire.

The purpose of answering the questions posed is to characterize those hazard aspects which are listed below (see also annex A, flow chart 2, charts 2A to 2F):

- potential to be an ignition source;
- ignitability;
- rate of flame spread;
- glowing, smouldering, melting;
- peak heat-release rate, fire growth rate, total heat release;
- mass loss or fire effluent generation rate;
- opacity of smoke produced;
- corrosivity of fire effluents produced;
- profile of toxic (irritant and asphyxiant) substances produced: rate, total toxic potency;
- maintenance of functions under fire conditions (for example structural integrity, continuity of service, mechanical response);
- quantity of products in use relative to size and type of occupancy.

c) *Use of scenarios to define key parameters*

A test method or calculation procedure will require a number of specifications or input values. For example, a test for rate of heat release of a burning product will require specification of the type of ignition (for example, piloted ignition), the level of incident heat flux, and any requirements for control of oxygen or humidity levels in the combustion atmosphere. Where the product is not the first item ignited, nearby combustibles involved will be important in determining the thermal conditions to which the product is exposed.

Each of the specifications and input values required by the test method or calculation procedure should be determined from the characteristics of the scenario selected. This is likely to require the use of statistics of relevant fires and some documented judgements by experts. In completing these steps, the developer of a fire hazard assessment will need to identify appropriate measurements and calculation procedures capable of characterizing the hazard. A detailed examination of the scenario will provide the parameter specification for these test methods and calculation procedures.

4.2.2.3 Choix des critères à utiliser

Le but de cette étape est de choisir les caractéristiques des dangers qui fourniront une information technique valable, suffisante pour faire des estimations de la contribution du produit aux dangers de l'incendie et prendre des décisions. Les dommages réels aux personnes et aux biens sont toujours l'objectif de l'évaluation des dangers de l'incendie, mais il n'est pas nécessaire d'utiliser des mesures directes des dommages s'il peut être prouvé que des méthodes plus simples donneront les mêmes résultats.

a) *Pertes directes de vies et de biens*

Si la contribution du produit aux dangers peut être exprimée en ces termes, il est souhaitable de le faire. Il est rare cependant que cela puisse être effectué parce qu'il est rare que les moyens des occupants, ou le matériel et les biens soient connus avec une certitude suffisante pour que l'issue du scénario puisse être prévue quantitativement.

b) *Méthode indirecte de caractérisation des dangers de l'incendie*

Il est souvent possible de relier une propriété mesurée ou calculée d'un produit à la mise en évidence d'un certain aspect des dangers de l'incendie dans le scénario. Par exemple, le débit calorifique du produit peut commander la température du compartiment et, par conséquent, affecter le fonctionnement du matériel et/ou la continuité de la présence humaine. La vitesse de dégagement de fumée émise par un produit peut influencer le temps d'évacuation disponible pour les occupants. Dans cette approche, la relation quantitative entre le danger et les propriétés des produits est identifiée, de telle façon que des changements dans le niveau du danger peuvent être reliés à des changements dans les propriétés.

c) *Méthodes comparatives*

Même s'il n'est pas possible d'exprimer ces relations quantitativement, il peut être possible de relier la performance d'un produit essayé à un niveau de référence. Par exemple, des câbles avec un débit calorifique connu peuvent être considérés comme fournissant une montée en température suffisamment lente, même si la relation précise n'est pas connue. Dans ce cas, on peut obtenir une mesure du danger relatif par la comparaison du débit calorifique du produit avec le niveau de référence.

4.2.2.4 Interprétation des résultats

A cette étape, la procédure d'évaluation des dangers de l'incendie aura identifié quelles caractéristiques doivent être utilisées et comment elles doivent être calculées, mais l'interprétation des résultats peut encore poser des questions techniques additionnelles.

- a) Dans l'évaluation des dangers, il convient de spécifier la méthode à utiliser pour le calcul d'une comparaison globale des dangers de l'incendie entre produits ou par rapport à un niveau de référence. Cette méthode peut être une formule de calcul pour fournir une évaluation globale des dangers à partir de plusieurs caractéristiques; dans ce cas, une justification scientifique sera donnée pour la formule. La méthode peut être un ensemble de règles de décision, telles que la règle qu'un produit n'est meilleur qu'un autre que s'il est meilleur pour toutes les caractéristiques de dangers. Cependant, dans ce cas spécifique de deux produits, l'utilisation de cette règle peut ne pas être suffisante pour fournir une comparaison définitive sur les dangers globaux.
- b) Si plus d'un scénario a été utilisé, il est nécessaire de spécifier la méthode à utiliser pour le calcul des dangers globaux de l'incendie. Cette méthode peut être une formule ou un ensemble de règles; par exemple, pour calculer les dangers globaux de l'incendie à partir de plusieurs scénarios, on peut prendre comme base les probabilités relatives d'apparition affectées à un scénario, comme dans une évaluation du risque d'incendie.
- c) Si le danger n'est pas exprimé directement en termes de morts, de blessures ou de pertes financières, il convient de fournir un guide sur les autres unités et mesures quantitatives (c'est-à-dire, temps d'évacuation, vitesse de propagation des flammes, importance de l'incendie, etc.).

4.2.2.3 Selection of criteria to be used

The intent of this step is to select hazard measures that will provide valid technical information sufficient to estimate and to make decisions on the product's contribution to fire hazard. Actual damage to people and property is always the concern of the fire hazard assessment, but direct measures of damage need not be used if it can be shown that simpler procedures will produce the same results.

a) *Direct life and property loss*

If the contribution of the product to the hazard can be expressed in these terms, it is desirable to do so. It is rare, however, that this can be accomplished, since rarely are the capabilities of the occupants, or the equipment and property known with sufficient certainty that the outcome to the scenario can be forecast quantitatively.

b) *Indirect method of characterizing fire hazard*

It is often possible to relate a measured or calculated product property to the build-up of some aspect of fire hazard in the scenario. For example, the heat release rate of the product may govern the temperature of the compartment and hence affect equipment operation and/or continued human occupation. The rate of release of smoke from a product may influence the escape time available to the occupants. In this approach, the quantitative relationship between the hazard and the product's properties is identified, so that changes in the level of hazard can be traced to changes in properties.

c) *Comparative methods*

Even when it is not possible to express these relationships quantitatively it may be possible to relate the performance of a tested product to a reference level. For example, cables with a known heat release may be considered as providing an acceptably slow build-up of temperature, even though the precise relationship is unknown. Then one measure of the relative hazard is the comparison of the product's heat release rate with the reference level.

4.2.2.4 Interpretation of results

At this point, the fire hazard assessment procedure will have identified which hazard measures are to be used and how they are to be calculated, but the interpretation of the results may still pose additional technical questions.

- a) In assessing the hazard one should specify the procedure to be used in calculating an overall fire hazard comparison between products, or when compared to a baseline. This procedure might be a formula for calculating one overall hazard measure from several, in which case, a scientific rationale will be presented for the formula. The procedure could be a set of decision rules, such as a rule that one product is better than another only if it is better in all hazard measures. However, in the specific case of two products, this rule may not be sufficient to provide a definite comparison as to the overall hazard.
- b) If more than one scenario has been used, it is necessary to specify the procedure to be used in calculating an overall fire hazard. This procedure could be a formula or a set of rules, for example if the scenario can be assigned relative probabilities of occurrence, as in a fire risk assessment, this would be a basis for calculating the overall fire hazard from several scenarios.
- c) If the hazard is not expressed directly in terms of death, injuries or monetary loss, guidance on the other quantitative units and measurements should be provided (i.e. escape time, extent of flame spread, size of fire etc.).

- d) Il convient que l'évaluation spécifie toutes les étapes requises pour établir un seuil de sécurité significatif ou des critères «passe/échoue» peuvent être établis par les responsables.
- e) Les points ci-dessus sont liés à l'évaluation globale des dangers de l'incendie et au rôle joué par les produits électrotechniques dans cette évaluation.

5 Essais relatifs aux risques du feu

5.1 Généralités

Le transport, la distribution, le stockage et l'utilisation de l'énergie sous quelque forme que ce soit ont une potentialité de contribution à un incendie dans la plupart des locaux.

Les causes les plus fréquentes d'allumage sont les échauffements excessifs et les arcs. La fréquence d'allumage dépend du type des matériaux utilisés dans la construction du système.

Dans le domaine électrotechnique, le fonctionnement du matériel implique une dissipation de chaleur et, dans certains cas, des arcs ou des étincelles. Ces risques potentiels ne conduisent pas à des situations dangereuses lorsqu'ils sont pris en compte initialement au stade de la conception du matériel, puis durant son installation, son utilisation et son entretien.

Le matériel électrotechnique peut être impliqué, et l'est effectivement, dans des situations dangereuses qui ne résultent pas de son utilisation. Des considérations de cette nature sont traitées dans l'évaluation globale des dangers.

Contrairement à l'opinion communément répandue que la plupart des feux d'origine électrique sont dus à un court-circuit, ces feux peuvent être dus à une cause ou une combinaison de causes, y compris des causes externes non électriques (voir aussi tableau 1).

Ces causes peuvent comprendre des conditions d'installation, d'utilisation ou de maintenance incorrectes (par exemple un fonctionnement en surcharge pendant des périodes courtes ou étendues, fonctionnement dans des conditions non prévues par le fabricant ou l'installateur, dissipation de chaleur inadéquate, systèmes de ventilation bouchés, etc.).

5.2 Evaluation des dangers

Les données disponibles à utiliser pour une évaluation des dangers de l'incendie peuvent être de l'un ou l'autre des types suivants:

- a) résultats d'essais, basés sur l'application de méthodes d'essai à petite échelle ou de protocoles d'essai à grande échelle;
- b) mesures ou statistiques de caractéristiques d'incendies passés;
- c) jugement documenté d'experts.

Ces données peuvent être utilisées directement comme mesures des dangers ou peuvent être utilisées comme entrées pour une méthode de calcul qui fournira l'évaluation finale des dangers.

5.3 Types d'essais relatifs aux risques du feu

Lorsque cela est possible, les essais de produits finis sont généralement les méthodes d'essai les plus fiables puisque, normalement, ces essais reproduisent exactement les conditions rencontrées dans la pratique. Lors de préparation de prescriptions et de spécifications d'essai concernant le feu de produits électrotechniques, il convient de distinguer les types d'essai suivants.

- d) The assessment should specify all the steps required to set a meaningful safety threshold, or pass/fail criteria can be set by those responsible.
- e) The points above relate to overall fire hazard assessment and the part played by electrotechnical products within this assessment.

5 Fire hazard tests

5.1 General

The transmission, distribution, storage and utilization of energy of any type has the potential to contribute to fire in most buildings.

The most frequent causes of ignition are overheating and arcing. The frequency of ignition will depend on the type of materials used in the construction of the system.

Equipment in the electrotechnical field, when operating, involves heat dissipation and in some cases arcing and sparking. These potential risks do not lead to hazardous conditions when they are taken into account initially at the design stage, and afterwards during installation, use and maintenance.

Hazardous conditions which do not arise from the use of electrotechnical equipment can and do involve it. Considerations of this nature are dealt with in the overall hazard assessment.

Contrary to the commonly held belief that most electrical fires are caused by a short circuit, electrical fires may be initiated from one or a combination of circumstances, including external non-electrical sources (see also table 1).

These circumstances can include improper installation, utilization or maintenance conditions (for example, operation under overload for temporary or extended periods, operation under conditions not provided for by the manufacturer or contractor, inadequate heat dissipation, clogged ventilation systems, etc.).

5.2 Hazard assessment

Data available for use in fire hazard assessment may be of any of these types:

- a) test response results, based on application of small-scale test methods or large-scale test protocols;
- b) measurement of, or statistics on, characteristics of historical fires;
- c) documented judgement by experts.

These data may be used directly as hazard measures or may be used as input data to a calculation procedure that produces the final hazard evaluation.

5.3 Types of fire hazard tests

When possible, end-product tests are generally the most reliable test methods as they normally duplicate exactly the conditions occurring in practice. When preparing requirements and test specifications concerning fire and electrotechnical products the types of tests given below should be recognized.

5.3.1 Essais de simulation de feu

Ces essais examinent la réaction au feu des produits électrotechniques et sont censés être aussi représentatifs que possible de l'utilisation du produit dans la pratique. Puisque les conditions réelles d'utilisation d'un produit (y compris une utilisation anormale, un mauvais fonctionnement ou une défaillance prévisibles) sont simulées d'aussi près que possible, et que la conception de la procédure d'essai est liée aux risques réels, de tels essais évaluent les aspects appropriés des dangers de l'incendie associés à l'utilisation du produit. Les résultats de tels essais peuvent ne pas être valides lorsqu'un changement de conception est effectué, ou lorsque les conditions d'utilisation sont différentes de celles simulées dans l'essai.

5.3.2 Essais de résistance au feu

Ces essais ont pour but d'évaluer l'aptitude d'un produit ou d'un élément à conserver, dans des conditions spécifiées d'exposition au feu, pendant une durée déterminée, les diverses propriétés nécessaires à son utilisation.

Ils ont pour but de fournir des données sur le comportement et la performance d'un produit ou d'un ensemble fini dans des conditions particulières d'exposition à la chaleur.

Des études récentes ont montré que pour établir une corrélation entre les résultats de tels essais et la performance dans des situations réelles d'incendie il était nécessaire de considérer avec grand soin la comparaison entre les conditions d'essai et les situations de feu réelles, et les effets possibles de variables incontrôlées, telles que l'environnement dans lequel le produit est placé.

5.3.3 Essais de réaction au feu

Ces essais examinent la réaction au feu d'éprouvettes normalisées dans des conditions définies et, dans la plupart des cas, sont utilisés pour obtenir des données sur des propriétés liées à la réaction au feu et pour une évaluation comparative, telles que l'inflammabilité, l'allumabilité, la vitesse de propagation de la flamme, l'opacité des fumées, les effluents du feu, le débit calorifique.

Les données fournies par ces essais de caractéristiques de combustion ne sont pas habituellement représentatives des autres conditions auxquelles l'éprouvette peut être soumise. Des essais de caractéristiques de combustion peuvent être très utiles lorsqu'ils sont conçus pour simuler d'aussi près que possible la situation que matériaux et composants rencontreront dans l'essai du produit complet. Cependant, la réaction au feu d'éprouvettes peut être très différente de la réaction au feu de produits finis, en raison des différences environnementales.

5.3.4 Essais des propriétés fondamentales

Ces essais sont conçus pour s'assurer qu'en mesurant une propriété fondamentale physique ou chimique d'un matériau, ils fournissent une information qui peut être, au moins approximativement, techniquement définie comme étant indépendante de la méthode d'essai. C'est le cas du pouvoir calorifique inférieur (ou chaleur de combustion), de la conductivité thermique, du point de fusion, de la chaleur de vaporisation et aussi, plus ou moins, du point d'éclair, du point de feu et de la température d'allumage spontané.

Dans une situation réelle d'incendie, un certain nombre de ces propriétés en accord avec la théorie de transfert de chaleur et de masse peuvent globalement définir le comportement; en conséquence, la mesure d'une seule propriété ne définira qu'un aspect du risque d'incendie ou des dangers associés à un système. Cependant, ultérieurement, lorsque l'ingénierie du feu aura une base technique plus solide, on pourra utiliser les résultats de ces essais pour évaluer un large éventail de situations de sécurité contre l'incendie.

5.3.1 Fire simulation tests

These tests examine the reaction to fire of electrotechnical products and are aimed to be as representative as possible of the use of the product in practice. Since the real conditions of use (including foreseeable abnormal use, malfunction, or failure) of a product are simulated as closely as possible, and the design of the test procedure is related to actual risks, such tests assess the relevant aspects of the fire hazard associated with the use of the product. The findings of such tests may not be valid when a change in the design is made, or when the conditions of use are different from those simulated in the test.

5.3.2 Fire resistance tests

These tests are intended to assess the ability of a product or a part to preserve the various properties for its use under specified conditions of exposure to fire, for a stated period of time.

They are intended to provide data on the behaviour and performance of a product or a finished assembly under a particular condition of heat exposure.

Recent studies have shown that to relate the findings of such tests to performance in actual fire situations, very careful consideration needs to be given to a comparison of the test conditions with actual fire situations and the possible effect of any uncontrolled variables, such as the environment in which the product is placed.

5.3.3 Tests of fire reaction

These tests examine the reaction to fire of standardized specimens under defined conditions and in most cases are used to give data on properties related to burning behaviour and for a comparative evaluation, such as flammability, ignitability, flame spread rate, smoke density, fire effluents, heat release rate.

The data provided by such combustion characteristic tests are usually not representative of other conditions to which the specimen may be subjected. Combustion characteristic tests can be quite useful when designed to simulate as closely as possible the situation which materials and components will meet when testing the complete product. However, the reaction to fire of specimens can be very different from the reaction to fire of end products, because of environmental differences.

5.3.4 Basic property tests

These tests are designed to ensure that, on measuring a basic physical or chemical property of a material, they yield information that can be, at least approximately, technically defined independent of the testing method. This is the case of net calorific value (or heat of combustion), thermal conductivity, melting point, heat of vaporization and also, more or less, of flash point, fire point and spontaneous ignition temperature.

In a real fire situation, a number of such properties, in accordance with the heat and mass transfer theory, can collectively define behaviour; consequently, a single property measurement will only define one aspect of the fire risk, or hazard associated with a system. However, eventually, when fire engineering has a firmer technical base, results of such tests may be used to assess a wide range of fire safety situations.

5.4 Préparation des prescriptions et des spécifications d'essai

Lors de la préparation des prescriptions et des spécifications concernant les essais relatifs aux risques du feu des produits électrotechniques, il est suggéré aux comités techniques de suivre les procédures ci-après.

Dans les cas où les essais au feu ne sont pas encore spécifiés et nécessitent un développement ou une modification pour les besoins spécifiques d'un comité d'étude de la CEI, il convient que cela soit fait en liaison étroite avec le comité 89.

Procédure

- a) Examiner les méthodes d'essai connues existantes et recommandées, développées pour des besoins similaires, et prendre en considération leur pertinence et leurs défauts éventuels.
- b) Collecter le plus d'informations fondamentales que possible sur les aspects du feu auxquels l'essai peut être lié et prendre en compte le domaine d'application approprié et la signification des méthodes d'essai existantes.
- c) Si une méthode d'essai existante paraît pertinente, en vérifier les dispositions sur les points suivants:
 - Conditions environnementales: dans la pratique, la simplification devient nécessaire mais il convient que les conditions adoptées finalement soient le plus possible en rapport avec l'environnement qui est modélisé et simulé.
 - Examen réaliste: la validité des données d'essai est liée à la manière d'utiliser et d'installer le produit, et à son association à d'autres produits.
 - Discrimination: il convient que les produits et les caractéristiques de la méthode d'essai qui sont d'intérêt soient vérifiés pour leur sensibilité, leur reproductibilité et leur répétabilité.
 - Expression des résultats: les résultats d'essai doivent être présentés dans des termes, paramètres et unités faciles à comprendre, donnant une description pleinement objective. Il convient d'éviter toute phraséologie indéfinie, subjective et spéculative.
- d) Si l'on doit développer une nouvelle méthode d'essai, quantifier les points essentiels énumérés ci-dessus. D'autres points importants sont le but de l'essai, les limitations de l'essai, l'utilisation de l'information qu'il fournit, et la facilité d'exécution.
- e) Spécifier des critères d'acceptation appropriés à la résistance à l'allumage et à la propagation du feu pour l'objet essayé.
- f) Entreprendre une investigation sur la méthode d'essai proposée et étudier son aptitude à atteindre les objectifs.
- g) Préparer la norme pour la méthode d'essai en incluant l'information appropriée sur son champ d'application, ses limitations et ses réserves, et sur l'utilisation des résultats d'essai obtenus. Faire référence, dans la norme, à la méthode d'essai recommandée chaque fois que possible.

5.4 Preparation of requirements and test specifications

When preparing requirements and test specifications concerning fire hazard testing of electrotechnical products, it is suggested that the technical committees follow the procedures shown below.

In cases where fire tests are not yet specified, and need to be developed or altered for the special purpose of an IEC technical committee, this should be done in close liaison with committee 89.

Procedure

- a) Examine the known existing and recommended test procedures developed for a similar purpose and consider their possible applicability and limitations.
- b) Collect as much background information as possible on the fire aspects to which the test can be related, and take into account the relevant scope and significance of the existing test procedures.
- c) If an existing test procedure appears suitable, check its provisions against the following features.
 - Environmental conditions: in practice, simplification becomes necessary but the conditions finally adopted should bear as close a relationship as possible to the environment which is being modelled or simulated.
 - Realistic examination: the validity of the test data is related to the manner of use and installation of the product and its association with other products.
 - Discrimination: those products and characteristics of the test procedure which are of interest should be checked for their sensitivity, reproducibility and repeatability.
 - Expression of results: the test results shall be given in easily understood terms, parameters and units, giving a fully objective description. All indefinite, subjective and speculative phraseology should be avoided.
- d) If a new test procedure is to be developed, quantify the essential features as listed above. Further important features are the purpose of the test, the limitations of the test, the use of the information it provides and the ease of operation.
- e) Specify acceptance criteria appropriate to the resistance to ignition and propagation of fire for the tested item.
- f) Undertake an investigation of the proposed test procedure and study its ability to meet the objectives.
- g) Prepare the standard for the test method, including the relevant information on its field of application, its limitations and reservations, and on the use of the test results obtained. Make reference in the standard to recommended test procedure wherever possible.

Tableau 1 – Phénomènes d'allumage courants dans les produits électrotechniques

Phénomène ¹⁾	Origine ²⁾	Conséquences
Echauffements anormaux NOTE Certains produits dissipent de la chaleur en fonctionnement normal.	a) Intensité excessive dans un conducteur b) Contacts défectueux (mauvaises connexions) c) Courants de fuite (perte d'isolement et échauffements) d) Défaillance d'un composant, d'un organe interne ou d'un système associé (par exemple ventilation) e) Déformations mécaniques entraînant une modification des contacts ou du système d'isolement f) Vieillessement thermique prématuré	a) Au début, les systèmes de protection ³⁾ ne sont pas sollicités (sauf cas de protection spéciale), ils peuvent être activés après une durée variable b) La température s'élève graduellement et quelquefois très lentement. Il peut en résulter une accumulation importante de chaleur et d'effluents dans le voisinage du produit, suffisante pour entretenir le feu dès l'inflammation c) L'accumulation et la diffusion de gaz inflammables dans l'air peuvent donner lieu à un allumage ou à une explosion, notamment dans des matériels hermétiques
Court-circuit	a) Contact direct de parties conductrices sous tension à des potentiels différents (desserrage de bornes, conducteurs accidentellement libérés, pénétration de corps étrangers conducteurs, etc.) b) Dégradation progressive de certains composants entraînant une baisse de leur résistance d'isolement c) Après défaillance soudaine d'un composant ou d'un organe interne	a) Les systèmes de protection ³⁾ sont sollicités b) L'élévation de température est importante après un temps très court et est très localisée c) Emission éventuelle de lumière, de fumées, de gaz inflammables d) Projection de matériaux ou de matières incandescentes
Étincelles et arcs accidentels NOTE Certains produits produisent des arcs et des étincelles en fonctionnement normal.	a) Cause externe au matériel (surtension du réseau, action mécanique accidentelle mettant à nu des parties sous tension ou les mettant en contact, etc.) b) Cause interne (commutations avec dégradation progressive de certains composants et pénétration d'humidité) c) Après défaillance soudaine d'un composant ou d'un organe interne	a) Les systèmes de protection ³⁾ ne sont pas toujours sollicités b) Emission éventuelle de lumière visible, de gaz inflammables et de flammes. Risque élevé d'inflammation en atmosphère explosible c) L'inflammation peut se produire localement sur les composants ou dans les gaz environnants
¹⁾ Les déformations de nature mécanique et les changements de structure provoqués par l'un quelconque des trois phénomènes peuvent entraîner l'apparition des deux autres. ²⁾ Il s'agit des cas les plus fréquemment rencontrés. L'ordre indiqué ne préjuge ni de leur importance ni de leur fréquence. ³⁾ Les systèmes de protection peuvent être thermiques, mécaniques, électriques ou électroniques.		

Table 1 – Common ignition phenomena in electrotechnical products

Phenomenon ¹⁾	Origin ²⁾	Consequential effects
<i>Abnormal temperature rises</i> NOTE Some products dissipate heat in normal operation.	a) Overcurrent in a conductor b) Defective contacts (bad connections) c) Leakage currents (insulation loss and heating) d) Failure of a component, an internal part or an associated system (for example, ventilation) e) Mechanical distortions which modify electrical contacts or the insulation system f) Premature thermal ageing	a) At start, protection devices ³⁾ are not activated (except special protection cases). They may be activated after a variable length of time b) The temperature rises are gradual and at times very slow. Therefore a significant accumulation of heat and effluent in the vicinity of the product may result, sufficient to support fire as soon as ignition starts c) Accumulation and diffusion of flammable gases in air may give rise to an ignition or explosion, especially inside hermetically sealed equipment
<i>Short-circuit</i>	a) Direct contact of conducting live parts at different potentials (loosening of terminals, disengaged conductors, ingress of conducting foreign bodies, etc.) b) Gradual degradation of some components causing changes in their insulation impedances c) After sudden failure of component or internal part	a) The protection devices ³⁾ are activated b) The rise in temperature is significant after a very short time and is quite localized c) Possible emission of light, smoke, flammable gases d) Release of glowing materials or substances
<i>Accidental sparks and arcs</i> NOTE Some products produce arcs and sparks in normal operation.	a) Cause external to the equipment (overvoltage of the system network, accidental mechanical action exposing live parts or bringing them together, etc.) b) Internal cause (on-off switching with gradual degradation of some components and ingress of moisture) c) After sudden failure of a component or an internal part	a) The protection devices ³⁾ may not always be activated b) Possible emission of visible light, flammable gases and flames. Substantial risk of ignition in potentially explosive atmospheres c) Ignition may occur locally in surrounding components or gases
¹⁾ Mechanical distortions and structural changes induced by any one of the three phenomena may result in the occurrence of the other two. ²⁾ It includes the most frequently encountered cases. The sequence indicated is not related to the magnitude or frequency of occurrence. ³⁾ The protection devices may include thermal, mechanical, electrical or electronic types.		

Tableau 2 – Termes spécifiques aux produits électrotechniques utilisés dans la présente norme

Terme fondamental	Définition	Termes considérés comme équivalents	Exemples	Modalités de passage d'un état à un autre	Observations
<i>Matière</i>	Produit de base, d'origine naturelle ou synthétique, généralement non utilisable tel quel	<i>Matériau première substance</i>	Silice	x x x	
<i>Matériau</i>	Matériau (ou association, mélange ou combinaison de matériaux) mise sous une forme appropriée en vue d'une utilisation à caractère général	<i>Demi-produit</i>	Feuille métallique ou plastique Fil, tissu de verre Stratifié époxyde-fibre de verre Plaque cuivre	Changement qui peut affecter la forme, l'état ou la nature par transformation chimique, thermique, ou mécanique x	
<i>Pièce</i>	Matériau mis en forme fonctionnelle	<i>Pièce détachée</i> <i>Élément</i>	Traverse isolante Lever de commande d'interrupteur Pièce polaire Carte pour circuit imprimé	x x x x x	
<i>Composant</i>	Association de pièces destinée à remplir une fonction spécifique	<i>Constituant</i>	Microcircuit Condensateur à diélectrique en verre Electro-aimant	Changement de situation par association et/ou mise en œuvre manuelle ou automatique	A la limite, un composant peut n'être constitué que d'une seule pièce
<i>Matériel</i>	Assemblage de composants destiné à remplir une fonction complexe	<i>Appareil</i>	Interrupteur Radiotéléphone Contacteur	x x x x	Un matériel peut être constitué de sous-ensembles eux-mêmes constitués de composants
<i>Installation</i>	Réunion de matériels qui, par leur interconnexion et par leur interaction, permettent d'assurer toutes les fonctions nécessaires à un usage déterminé	<i>Équipement</i>	Distribution électrique d'un bâtiment Radar	x x x x x	
NOTE Les termes spécimen, éprouvette, échantillon doivent être strictement réservés à la description des essais. Ils ne doivent pas impliquer une nature ou un état physique déterminé de ce qui est soumis à l'essai.					

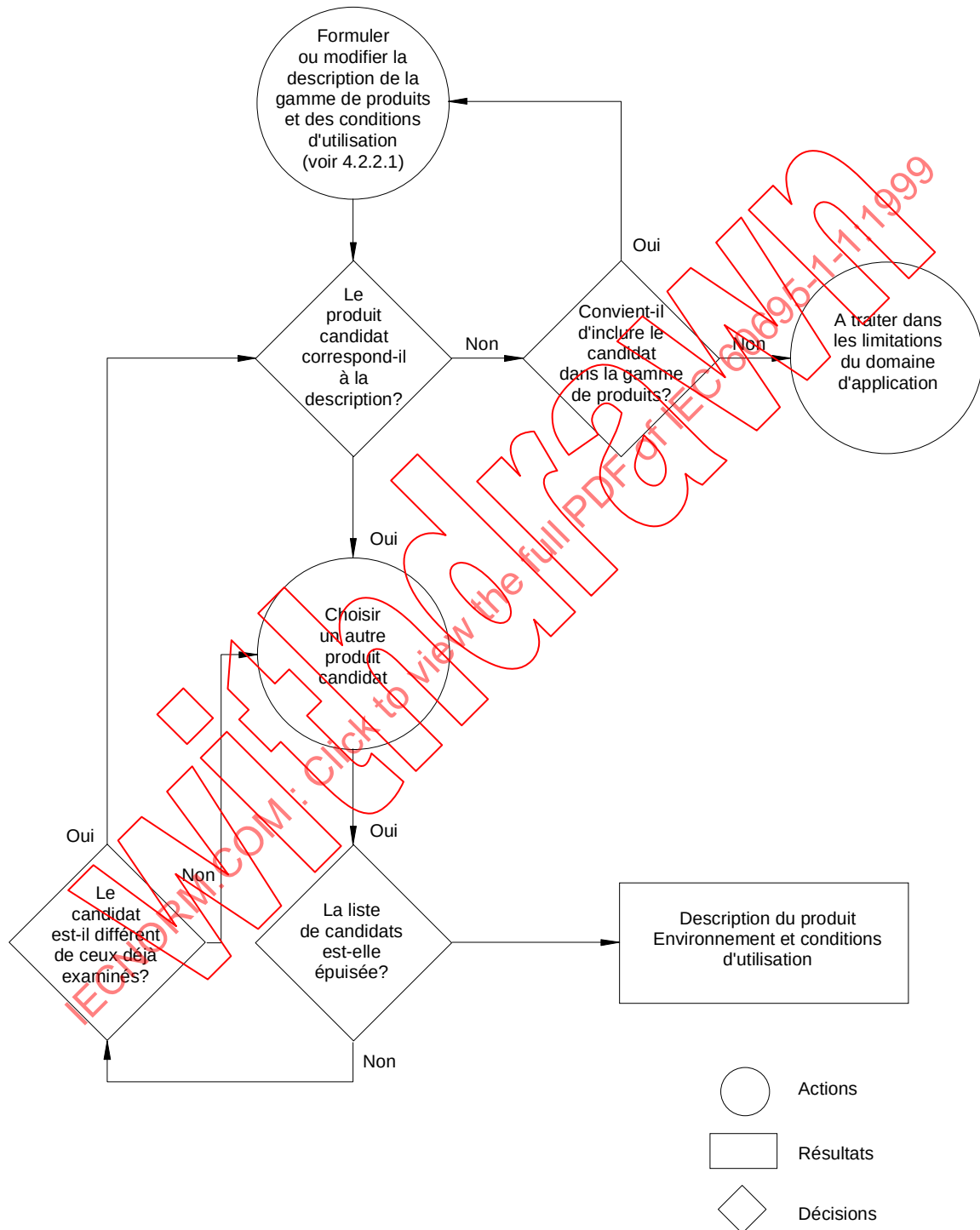
Table 2 – Terms specific to electrotechnical products used in this standard

Basic term	Definition	Terms considered as equivalent	Examples	Modes of transition from one state to another	Comments
<i>Substance</i>	Basic product, of natural or synthetic origin, usually non-utilizable as such	<i>Raw material</i>	Silicon dioxide	x x x	
<i>Material</i>	Substance (or grouping, mixture or combination of substances) under an appropriate form in view of a general purpose utilization	<i>Semi-manufactured product</i>	Metallic or plastic foil Wire, glass cloth Copper-clad epoxy-glass laminate	Change which may affect the shape, condition or nature through chemical, thermal or mechanical transformation x	
<i>Part</i>	Material in a functional form	<i>Spare-part unit</i>	Insulating bushing Operating lever of switch Field pole Board for printed circuit	x x x x	
<i>Component</i>	Grouping of parts intended to fulfil a specific duty	<i>Constituent</i>	Microcircuit Glass dielectric capacitor Electromagnet	Change in position by combination and/or manual or automatic operation	In the extreme case, a component may consist of one part only
<i>Apparatus</i>	Assembly of components intended to fulfil a complex duty	<i>Accessories</i>	Switch Radiotelephone Contactor	x x x x	An apparatus may consist of sub-assemblies which themselves consist of components
<i>Equipment</i>	Combination of apparatuses which, by their interconnection and their interaction, ensure all the functions required for a given utilization	<i>Installation</i>	Electrical wiring system inside a building Radar	x x x x x	

NOTE The terms specimen, test piece, sample shall be strictly reserved for the description of the tests. They shall not imply a determined type or physical condition of what is subjected to the test.

Annexe A (informative)

Organigrammes

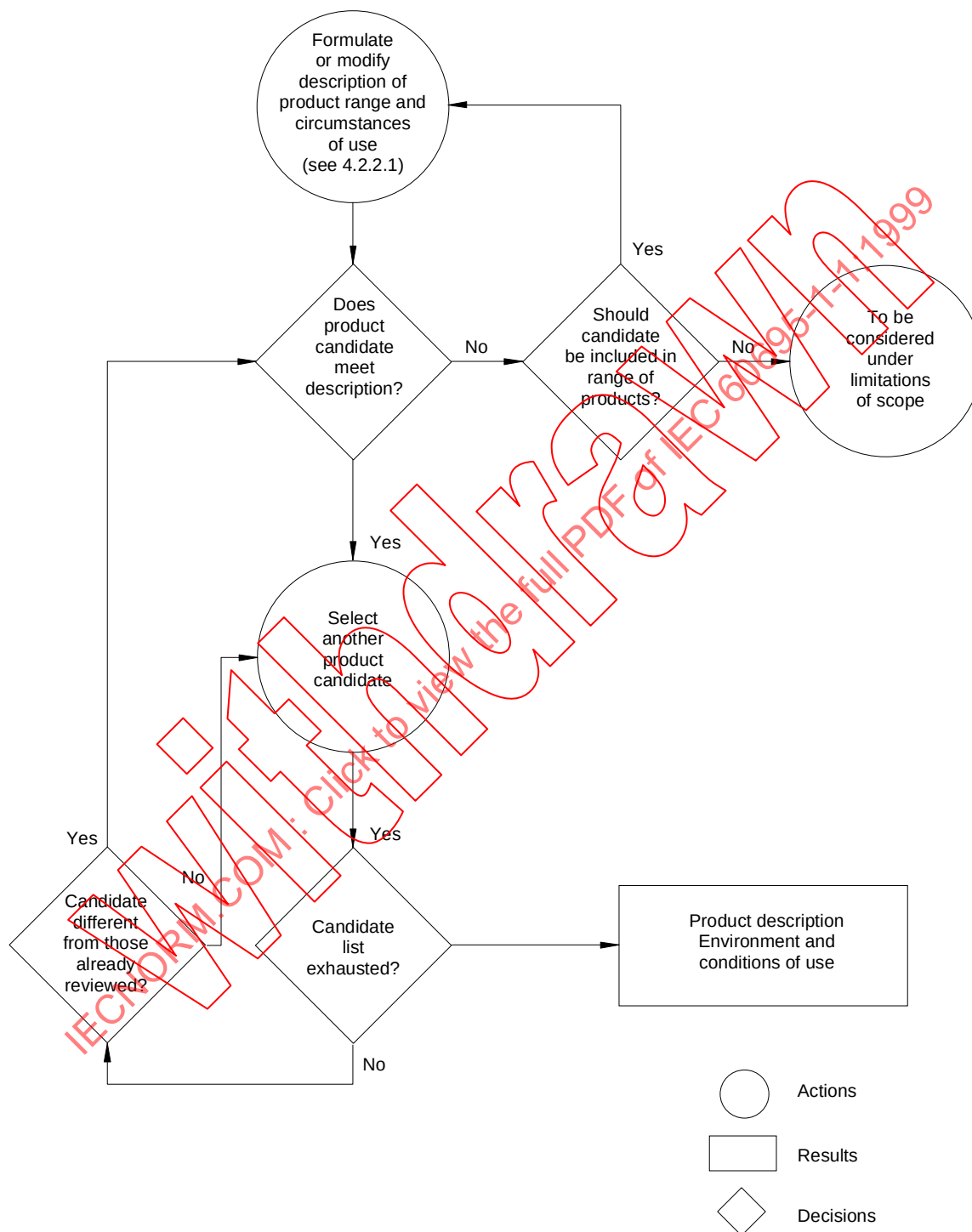


IEC 1529/99

Organigramme 1 – Description de la gamme de produits électrotechniques et des conditions d'utilisation (voir 4.2.2.1)

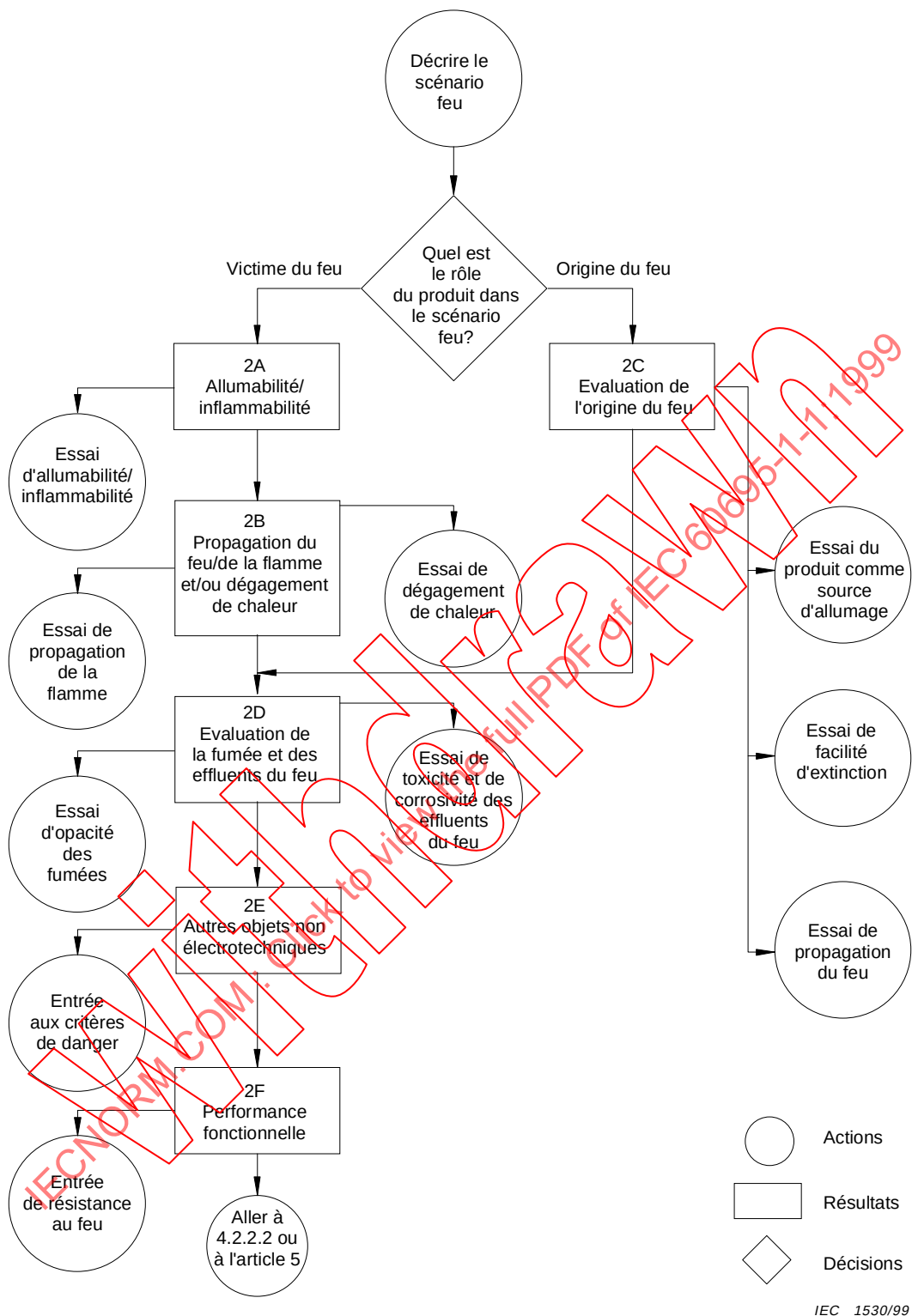
Annex A (informative)

Flow charts

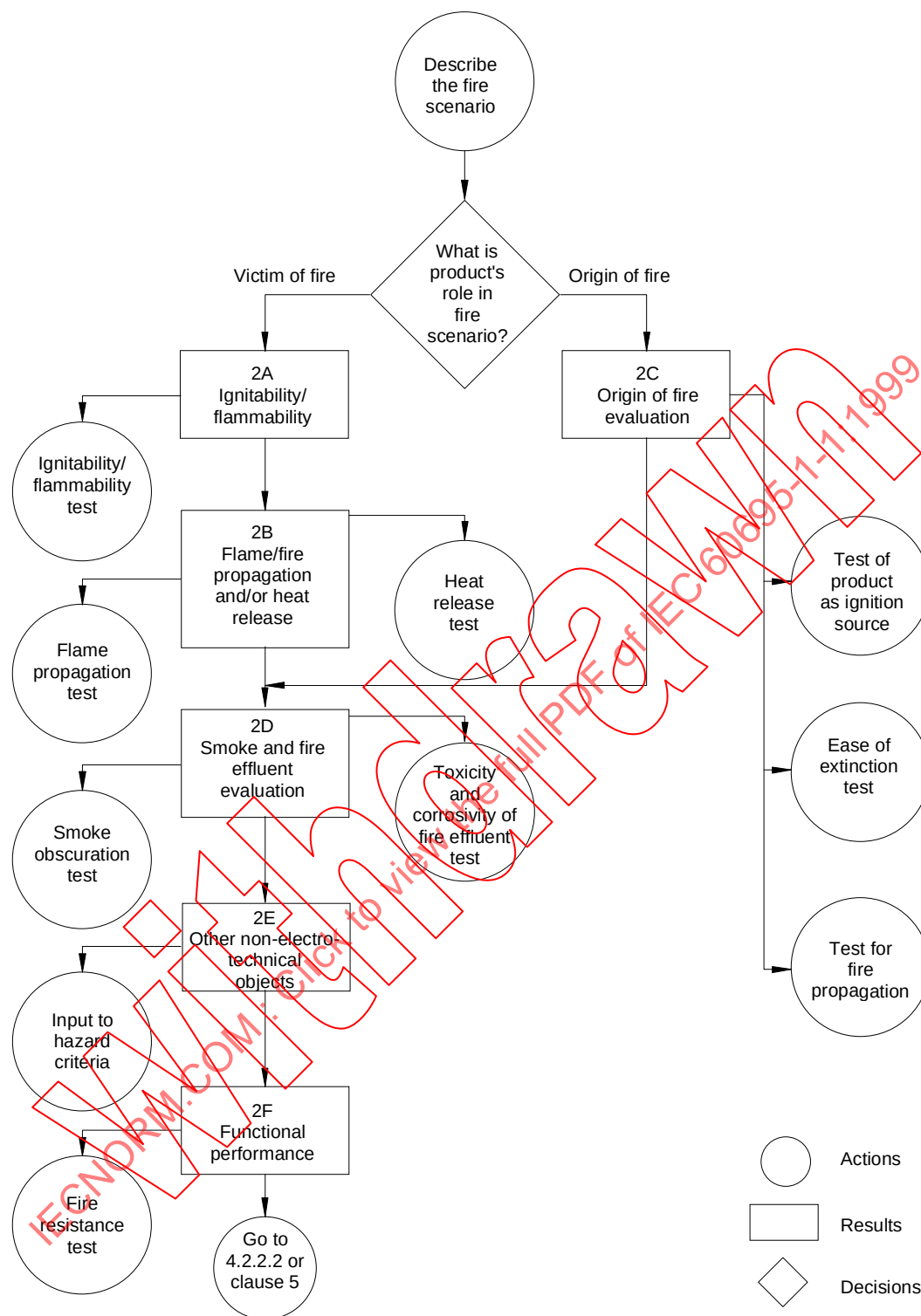


IEC 1529/99

Flow chart 1 – Description of ranges of electrotechnical products and circumstances of use (see 4.2.2.1)

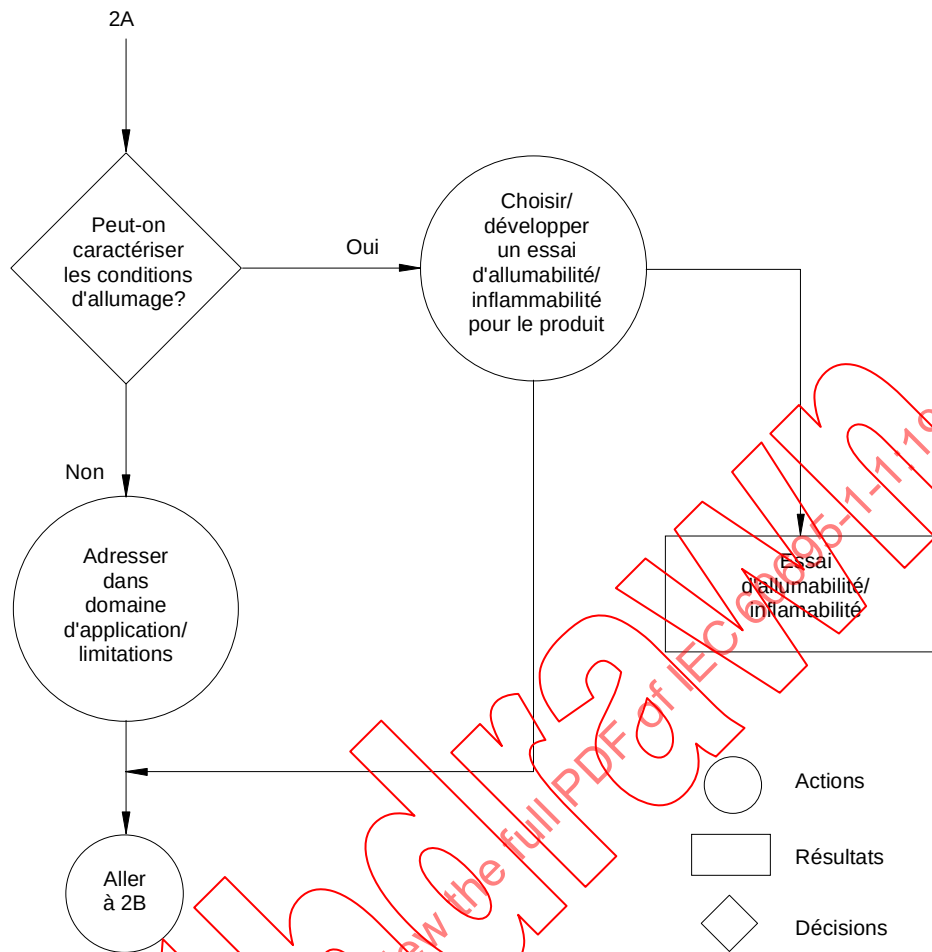


Organigramme 2 – Description du scénario feu (voir 4.2.2.2)



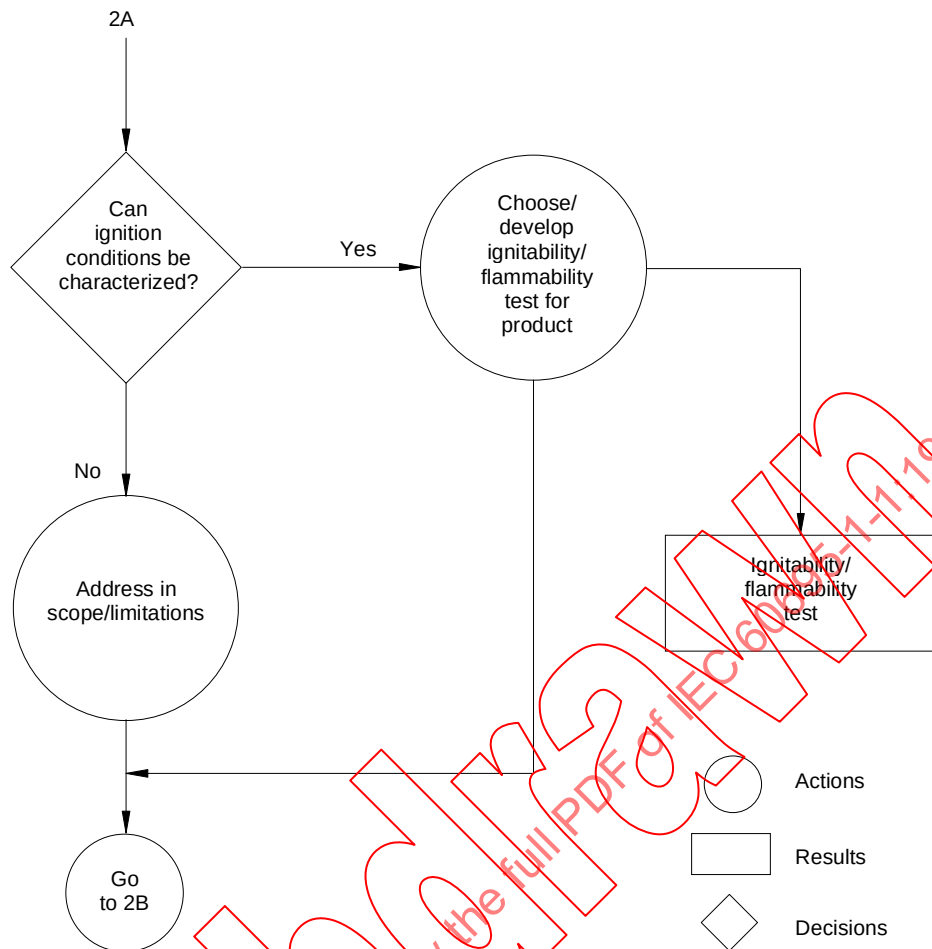
IEC 1530/99

Flow chart 2 – Description of the fire scenario (see 4.2.2.2)



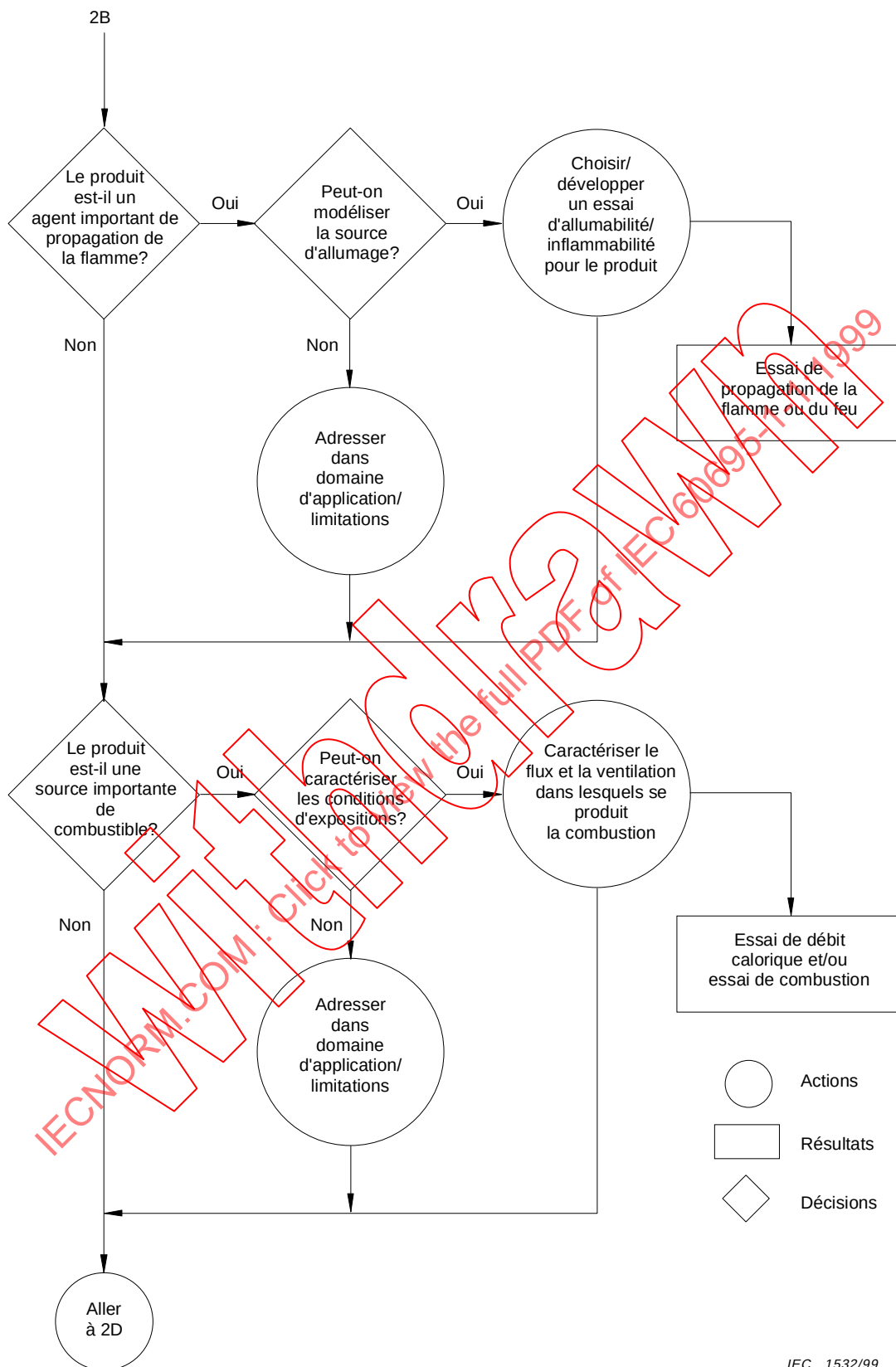
IEC 1531/99

Organigramme 2A – Allumabilité/Inflammabilité



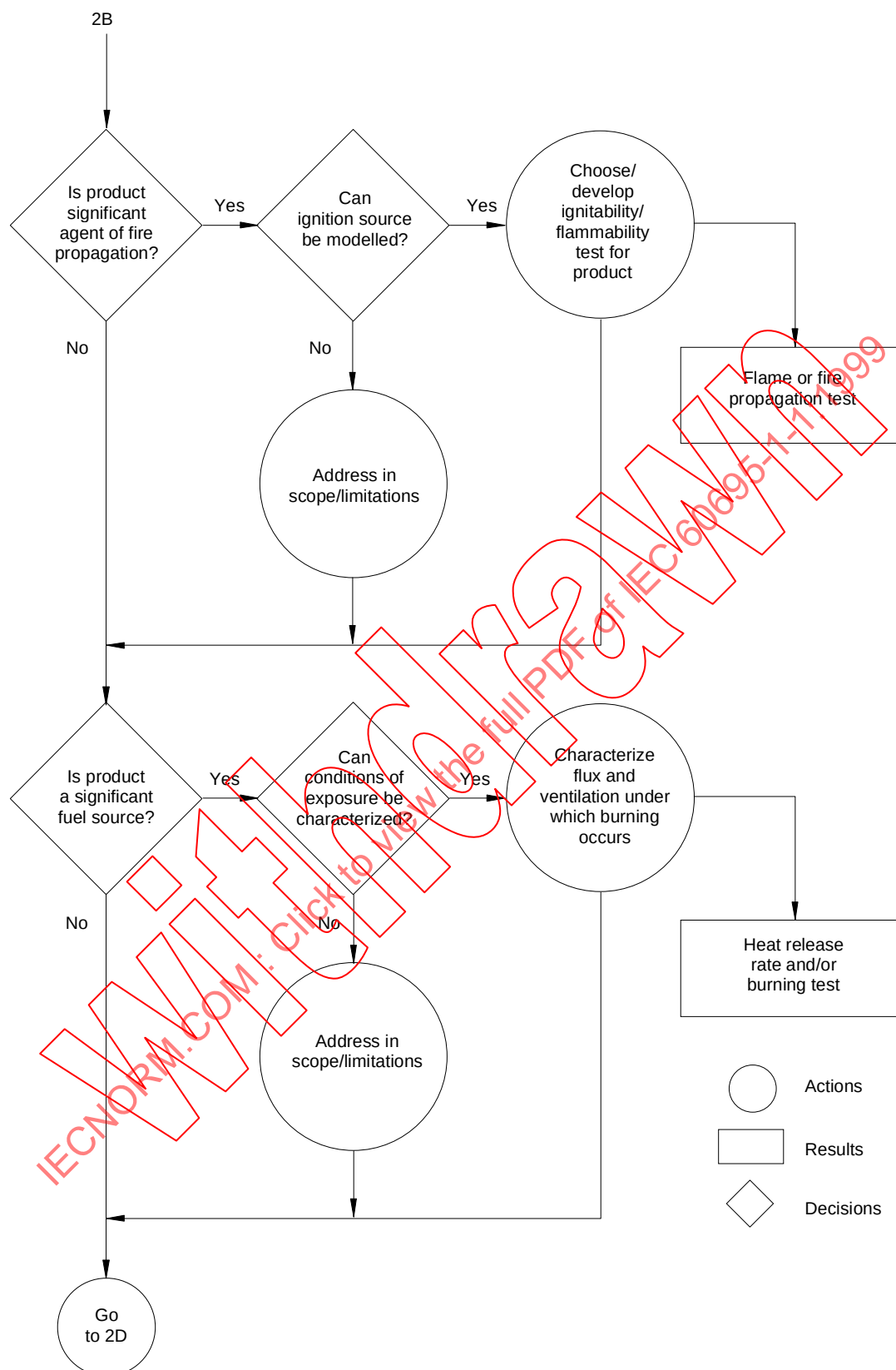
IEC 1531/99

Flow chart 2A – Ignitability/flammability

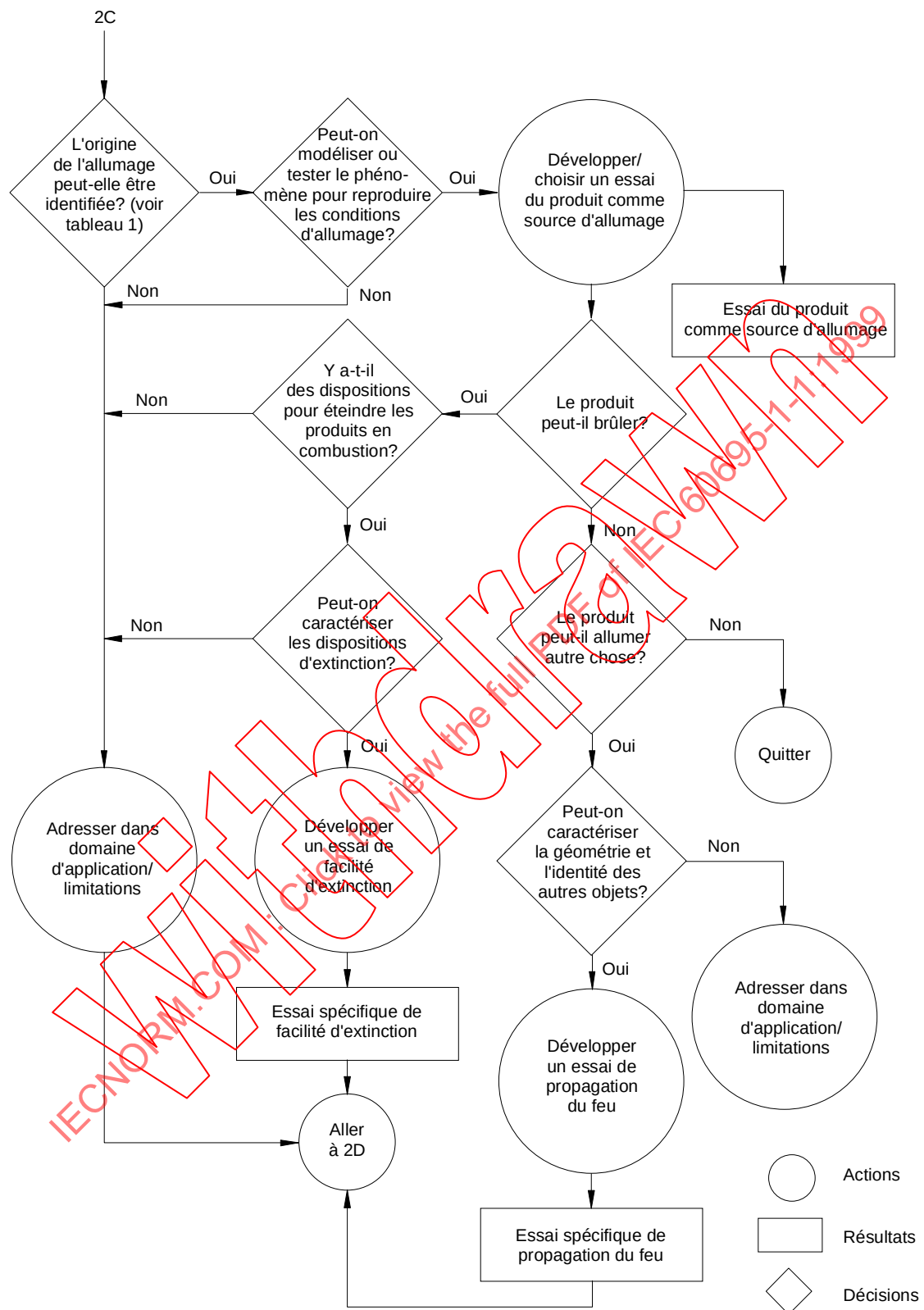


IEC 1532/99

Organigramme 2B – Propagation de la flamme ou du feu et/ou dégagement de chaleur

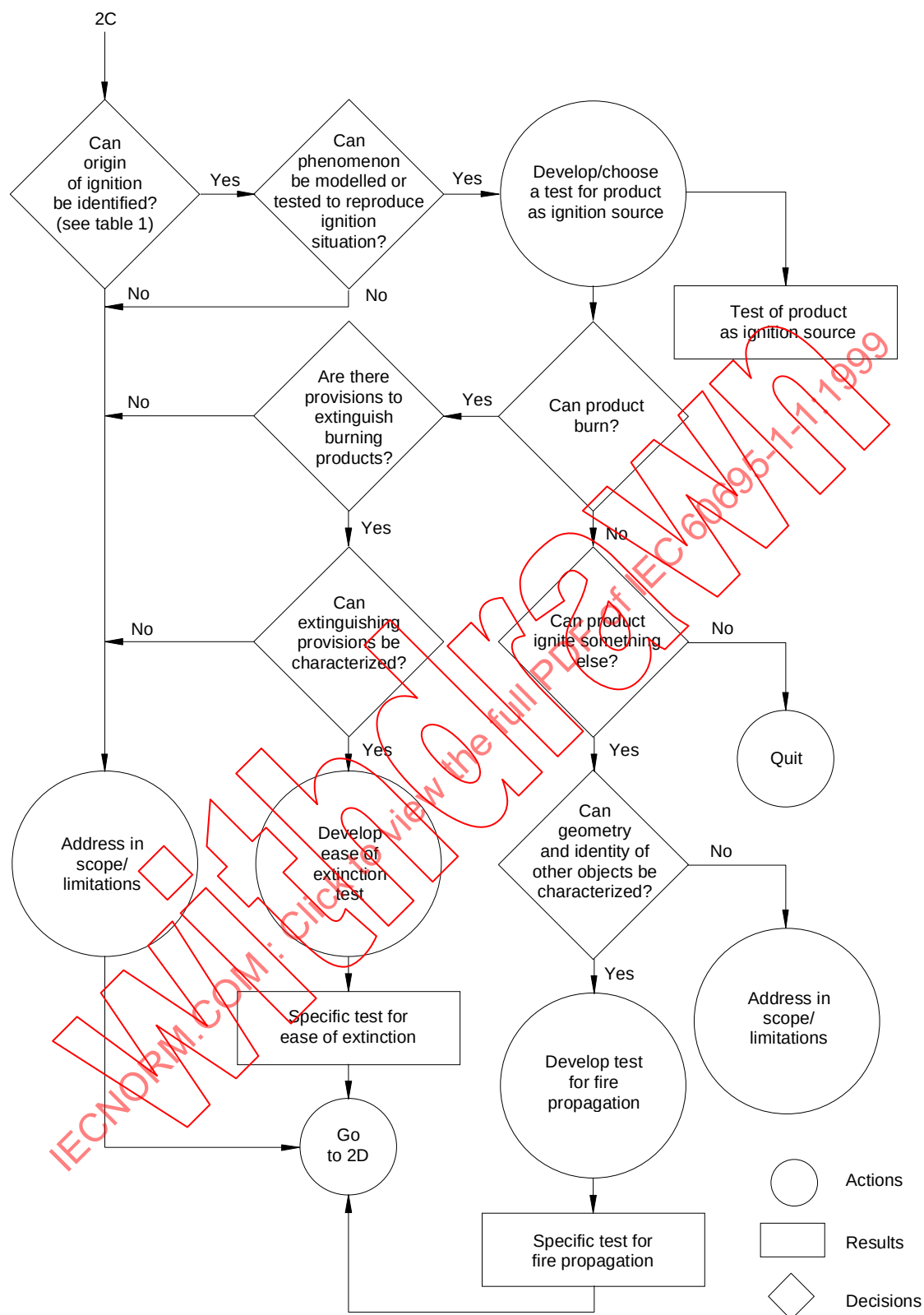


Flow chart 2B – Flame/fire propagation and/or heat release

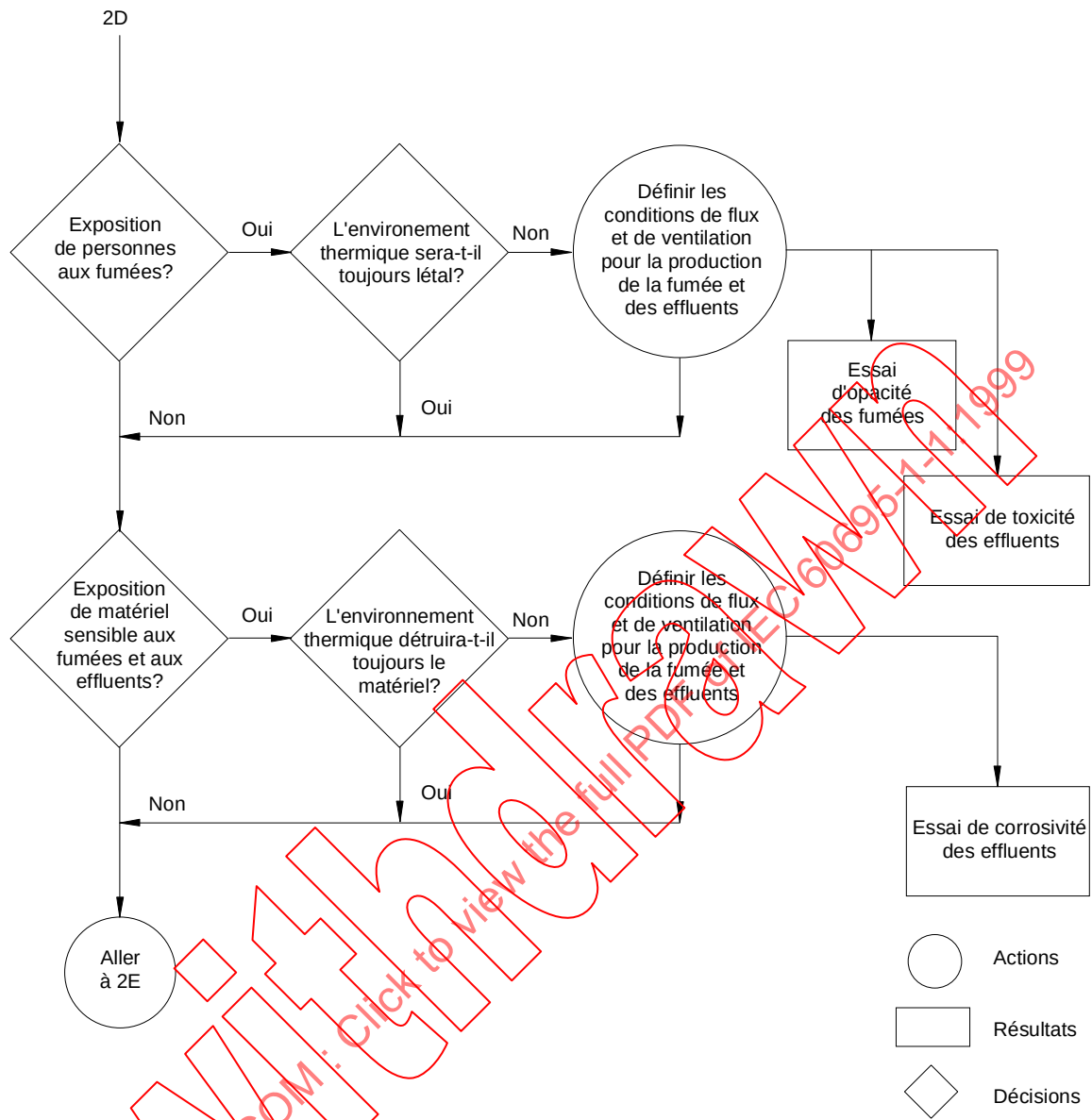


IEC 1533/99

Organigramme 2C – Origine du feu

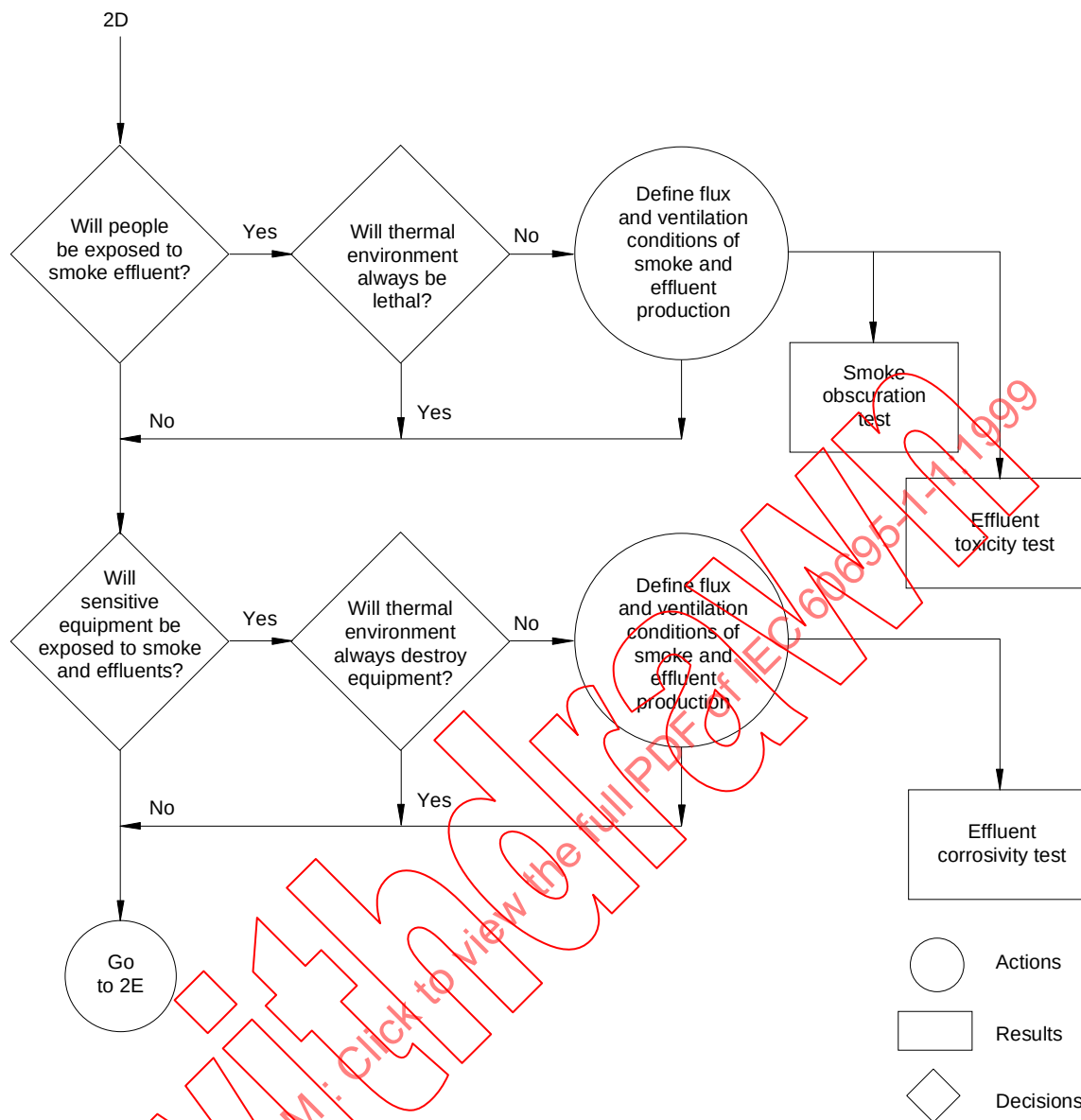


Flow chart 2C – Origin of fire



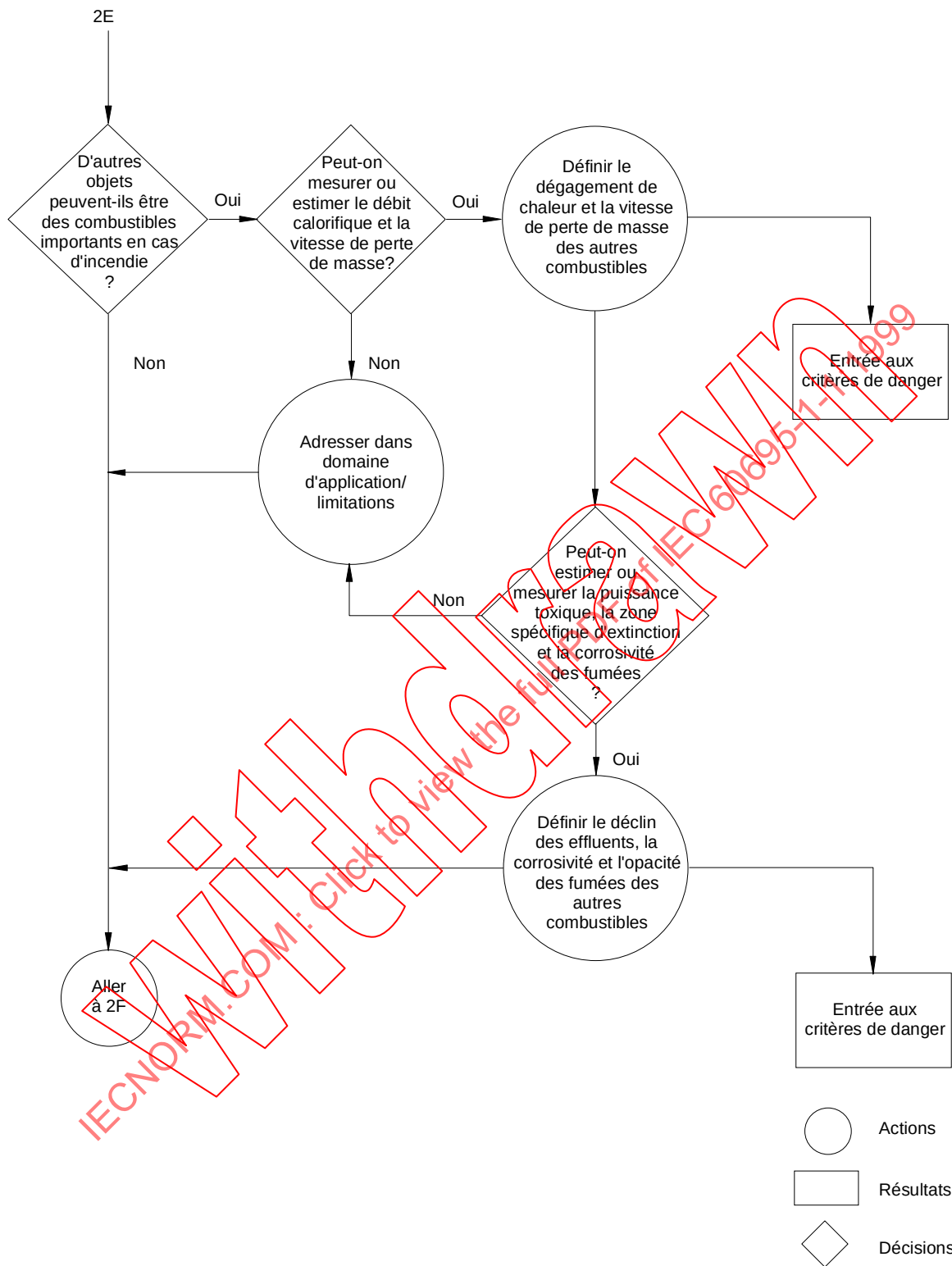
IEC 1534/99

Organigramme 2D – Evaluation de la fumée et des effluents du feu



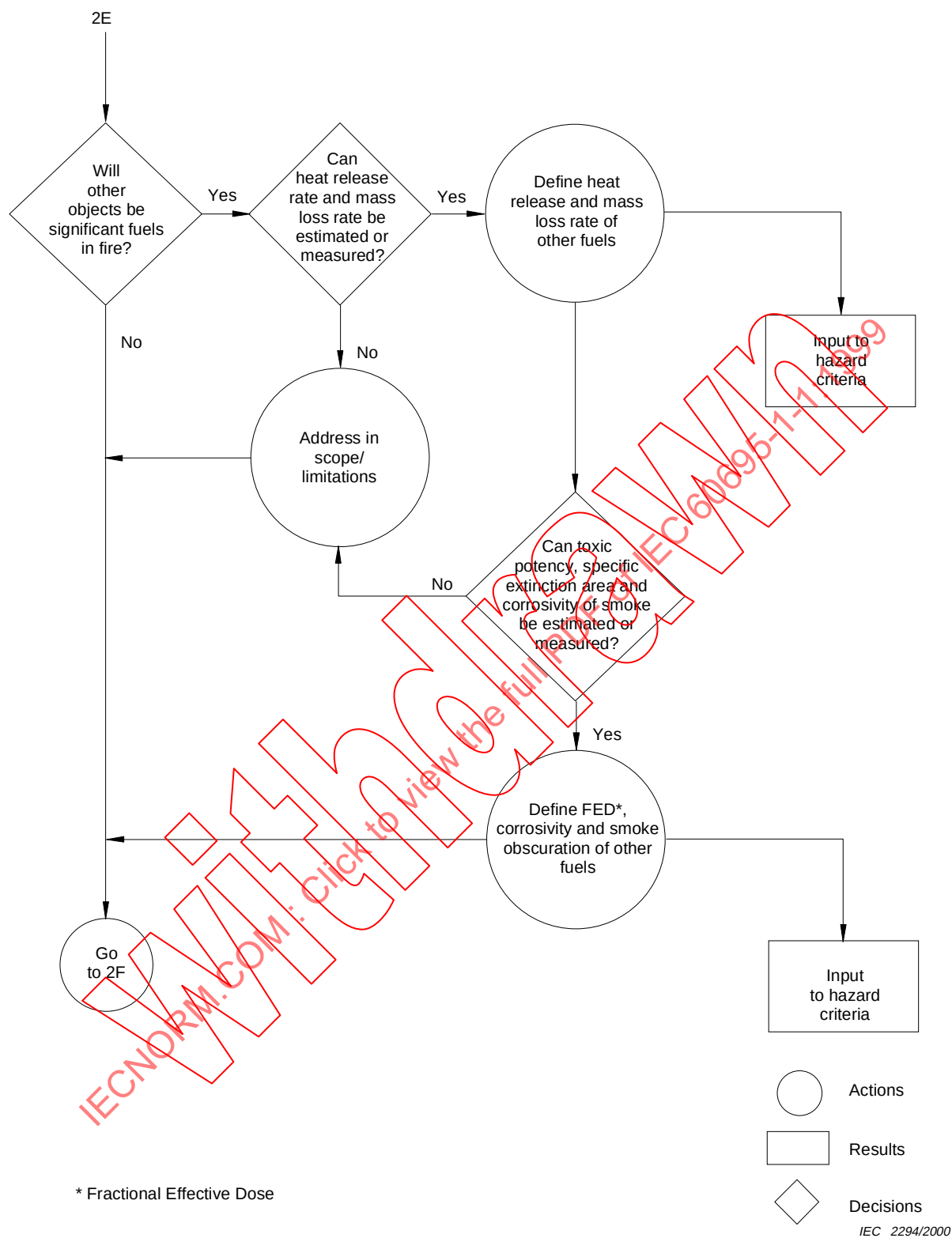
IEC 1534/99

Flow chart 2D – Smoke and fire effluent evaluation

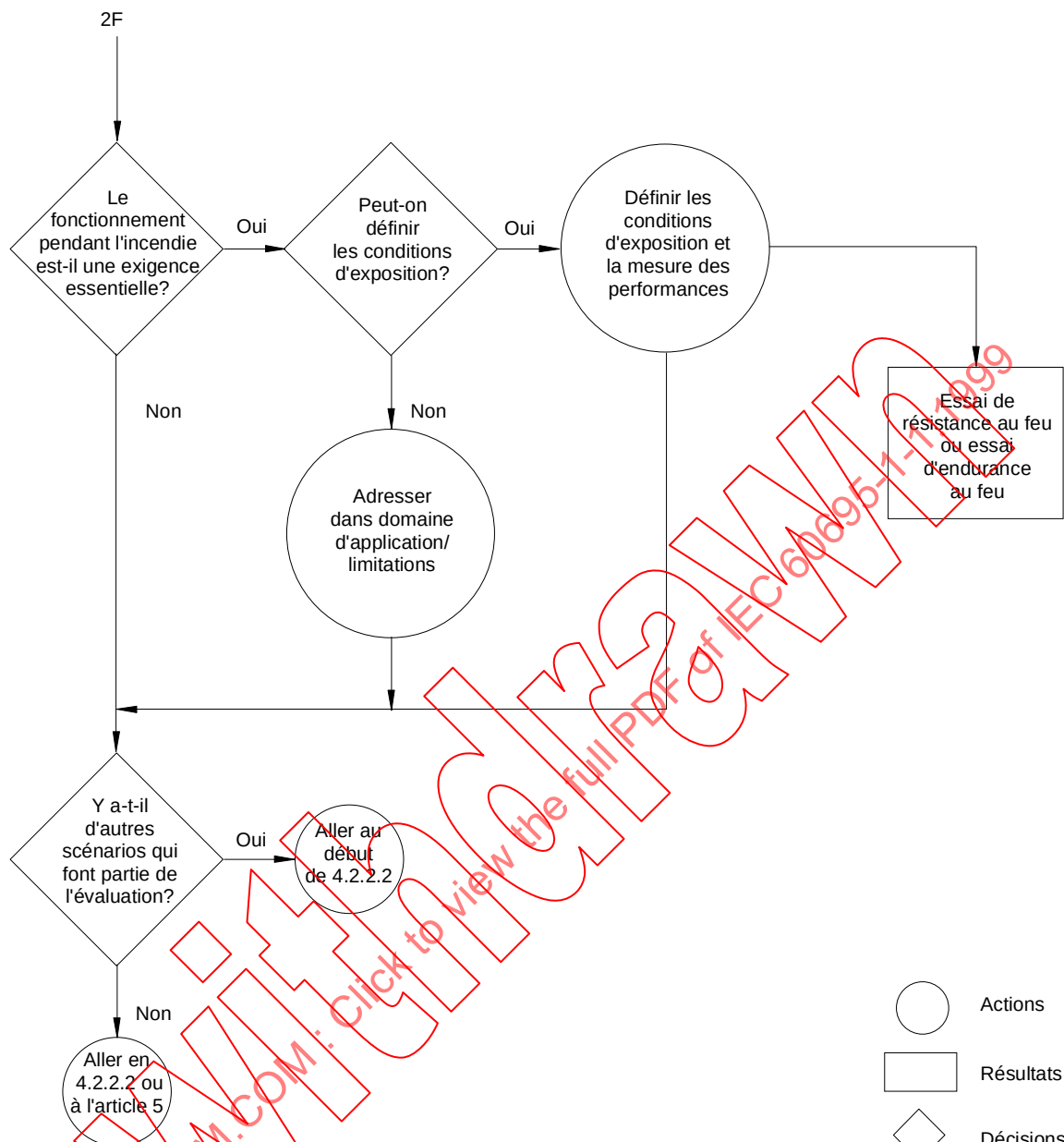


IEC 2294/2000

Organigramme 2E – Autres objets non électrotechniques combustibles (facultatif)

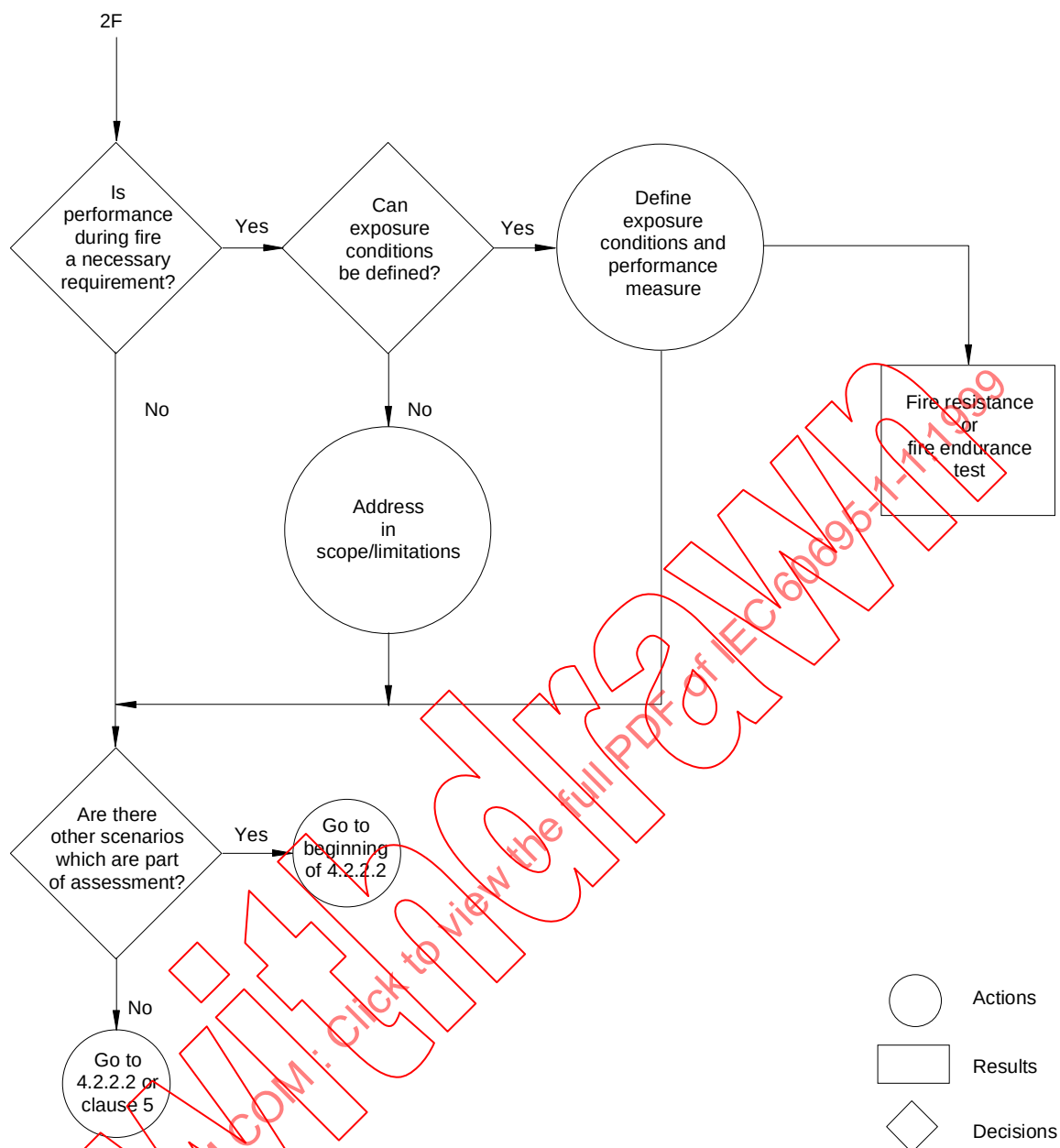


Flow chart 2E – Other non-electrotechnical objects as combustibles (optional)



IEC 1536/99

Organigramme 2F – Performance fonctionnelle



IEC 1536/99

Flow chart 2F – Functional performance

Annexe B (informative)

Utilisation de conduits plastiques rigides – Evaluation du danger du feu

B.1 Généralités

Le conduit plastique rigide (CPR) est un produit électrotechnique utilisé universellement dans les bâtiments publics. On demande aux matériaux spécifiés pour la fabrication des CPR d'avoir une bonne résistance à l'allumage et une très faible propagation de la flamme, et, par conséquent, ils ont plus de risques d'être victime d'un feu que d'en être à l'origine.

Les CPR peuvent être une source de chaleur, de fumées et de gaz toxiques. Les techniques d'évaluation du danger du feu décrites dans la présente norme fournissent un moyen de quantifier la contribution supplémentaire de tels produits électrotechniques au danger total du feu.

La présente annexe est un exemple explicatif spécifique des techniques d'évaluation du danger du feu décrites dans cette norme, appliquées à une installation hypothétique de conduits plastiques rigides (CPR). Elle quantifie les contributions de tels conduits plastiques quand ils sont exposés aux conditions d'incendie qui peuvent se présenter dans une situation de feu à l'intérieur d'un couloir et d'une alcôve. Une modélisation mathématique d'incendie dans une pièce est utilisée pour prédire les conditions thermiques que les CPR peuvent rencontrer. Alors ces conditions thermiques, avec les propriétés au feu connues des CPR et des autres contenus du bâtiment, peuvent être utilisées pour estimer la contribution des CPR au danger total du feu.

B.2 Définitions

Pour les définitions relatives aux conduits plastiques rigides et aux fils électriques qu'ils contiennent, voir la CEI 60614-2-2 [1]*. Des définitions supplémentaires applicables à la présente norme se trouvent à l'article 3 et dans la CEI 60695-4. Pour les besoins de la présente annexe, les définitions suivantes s'appliquent également:

B.2.1

feu d'exposition

feu produisant les conditions thermiques auxquelles le conduit est exposé (également appelé feu source)

B.2.2

combustible(s)

tous produits ou matériaux susceptibles d'être brûlés

B.3 Produits couverts par cette évaluation

Les produits évalués dans la présente annexe sont conformes à la CEI 60614-2-2, avec un diamètre extérieur inférieur ou égal à 25 mm.

* Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

Annex B

(informative)

Use of rigid plastic conduit – A fire hazard assessment

B.1 General

Rigid Plastic Conduit (RPC) is an electrotechnical product which is used in public buildings world-wide. The materials specified for the manufacture of RPC are required to have good resistance to ignition, and very limited flame spread, and hence are more likely to be the victim of a fire than to be instrumental in its origin.

RPC may be a source of heat, smoke and toxic gas. Fire hazard assessment techniques as described in this standard provide a means of quantifying the incremental contribution of such electrotechnical products to the total fire hazard.

This annex is a specific illustrative example of the fire hazard assessment techniques described in this standard as applied to a hypothetical installation of rigid plastic conduit (RPC). It quantifies the contributions of such plastic conduit when exposed to the fire conditions which might arise in an interior corridor and alcove situation. Mathematical room fire modelling is used to predict the thermal conditions which RPC might encounter. Then these thermal conditions, along with published fire properties of RPC and other building contents, can be used to estimate their contributions to the total fire hazard.

B.2 Definitions

For definitions related to rigid plastic conduit and the wiring it contains, see IEC 60614-2-2 [1]*. Additional definitions applicable to this standard are to be found in clause 3 and in IEC 60695-4. For the purposes of this annex, the following definitions also apply:

B.2.1

exposure fire

fire producing the thermal conditions to which the conduit is exposed (also called the source fire)

B.2.2

fuel(s)

any products or materials which are burned

B.3 Products covered by this assessment

The products evaluated in this annex are those meeting IEC 60614-2-2 and having an outer diameter no larger than 25 mm.

* Figures in square brackets refer to the bibliography.

B.4 Circonstances d'utilisation

B.4.1 Conduits et installation électrique

Le nombre de circuits, et par suite la quantité de CPR, peut varier pour différents bâtiments et installations.

B.4.1.1 Emplacement et quantité de conduits

Le présent exemple est donné pour l'utilisation d'un seul chemin de CPR dans un plan de bâtiment typique. Un diagramme schématique est présenté à la figure B.1. Un ensemble typique de circuits est contenu dans un seul conduit de 25 mm cheminant le long d'un couloir, et à partir duquel des chemins latéraux pénètrent dans les chambres. Dans un couloir de 30 m de long, l'ensemble est égal à 21 kg de conduit et de fixations. Le résultat sera une augmentation du danger. Pour utiliser les résultats dans une installation quelconque, il convient de mettre le résultat à l'échelle nécessaire.

Les conduits dans ou au-dessus des chambres hors du couloir ne sont pas pris en compte dans cette analyse parce que, pour quitter le couloir, il faut que les conduits traversent un mur coupe-feu. La même règle s'applique dans le sens opposé: il faut qu'un incendie débutant dans une chambre traverse un mur ou une porte coupe-feu pour entrer dans le couloir.

B.4.1.2 Installation électrique à l'intérieur des conduits

Pour les besoins du présent exemple explicatif, on admet que les fils électriques dans le conduit plastique sont protégés des effets thermiques de l'incendie jusqu'à ce que le conduit soit effectivement consumé, ce qui se produit après la période d'intérêt. Donc, les effets de l'installation électrique ne sont pas pris en considération en détail.

B.4.2 Construction du bâtiment

La présente analyse est limitée aux bâtiments construits avec des matériaux non combustibles. Les propriétés thermiques des murs et des plafonds du bâtiment ont une influence majeure sur les effets du feu. Le type le plus commun est du béton ou de la maçonnerie, bien qu'une construction avec revêtement de plâtre soit aussi employée. Les calculs ont été effectués avec les deux types de construction. Une construction typique pourrait être un revêtement de plâtre du couloir jusqu'à la hauteur normale du plafond, mais avec, à la portion supérieure du couloir, un fini de maçonnerie de béton ou de matériau similaire qui peut absorber une grande quantité de chaleur. Dans de tels cas, les conditions de l'incendie seraient quelque part entre celles présentées pour des couloirs totalement en béton/maçonnerie et des couloirs totalement recouverts de plâtre.

B.5 Scénarios

Les conditions choisies comme scénario prototype pour l'exposition de CPR à un feu en développement sont résumées dans le tableau B.1. Les feux commencent généralement lorsqu'une petite source d'allumage, telle qu'une cigarette jetée ou une mauvaise connexion électrique, allume une source substantielle de combustible. Dans ce cas, le feu d'exposition a été choisi pour être caractéristique de l'embrasement de mobilier (voir figure B.1). Le feu dans le mobilier (le feu d'exposition) croît rapidement et atteint un pic de 3,0 MW, remplissant la partie haute du couloir et de l'alcôve avec un effluent chaud. Toute la longueur du conduit est exposée à la couche chaude, et la partie au voisinage du feu est exposée également au rayonnement des flammes. Les effluents en provenance du conduit et du feu d'exposition sont mélangés, et le caractère de l'effluent résultant est évalué.

B.4 Circumstances of use

B.4.1 Conduit and wiring

The number of circuits, and hence the amount of RPC, can vary for different buildings and installations.

B.4.1.1 Location and amount of conduit

This example is for the use of a single run of RPC in a typical building floor plan. A schematic diagram appears in figure B.1. A typical set of circuits is contained in a single piece of 25 mm conduit running down a corridor, from which lateral runs enter the rooms. In a corridor 30 m long, this is equal to 21 kg of conduit and fittings. The result will be an increase in hazard. In order for the results to be used in any given installation, the result would have to be scaled up accordingly.

Conduit in or over the rooms off the corridor is not considered in this analysis because the conduit must penetrate a fire wall to leave the corridor. The same applies in reverse as well: fire beginning in a room must penetrate a wall or fire door to enter the corridor.

B.4.1.2 Wiring inside conduit

For the purpose of this illustrative example, it is assumed that the wires within the plastic conduit are protected from the thermal effects of the fire until the conduit has effectively been burned away, which occurs after the period of interest. Thus, the effects of the wiring are not considered in detail.

B.4.2 Building construction

This analysis is confined to buildings constructed of non-combustible materials. The thermal properties of the building walls and ceilings have a major influence on the effects of the fire. The most common type is concrete or masonry, although gypsum-sheathed construction is also employed. Calculations were carried out for both types of construction. A typical situation would be gypsum lining of the corridor up to normal ceiling height, but with the upper portion of the corridor having a finish of masonry, concrete, or similar material which can absorb a large quantity of heat. In such cases, the fire conditions would be somewhere between those presented for totally concrete/masonry and total gypsum-lined corridors.

B.5 Scenarios

The conditions chosen as the prototypical scenario for the exposure of RPC to a developing fire are summarized in table B.1. Fires typically begin when a small ignition source, such as a discarded cigarette or defective electrical connection, ignites a substantial source of fuel. In this case the exposure fire was chosen to typify the burning of furniture (see figure B.1). The fire on the furniture (the exposure fire), grows rapidly and reaches a peak of 3,0 MW, filling the upper part of the corridor and alcove with hot effluent. All of the conduit is exposed to the hot layer, and that in the vicinity of the fire is also exposed to flame radiation. The effluent from the conduit and the exposure fire is mixed, and the character of the resulting effluent is evaluated.

Tableau B.1 – Résumé des renseignements du scénario

Compartment		
Site:	Intérieur de couloir et d'alcôve	
Dimensions:	Couloir: 30,1 m × 2,4 m × 3,0 m Alcôve: 4,3 m × 4,3 m × 3,0 m	
Revêtement mural:	Bloc béton	Revêtement plâtre
Epaisseur du mur:	100 mm	16 mm
Feu d'exposition (mobilier) – Source du feu		
Emplacement:	Dans l'alcôve au milieu du couloir	
Profil d'intensité:	300 kW à 100 s 3,0 MW à 200 s 3,0 MW à 275 s 300 kW à 450 s 100 kW à 1 200 s	
Propriétés du combustible:	Coussins rembourrés Masse: 42 kg Potentiel calorifique réel: 20 MJ/kg Puissance toxique de la fumée: 27 mg/l Surface spécifique d'extinction de la fumée: 580 m²/kg	
Conduit* – Victime du feu		
Longueur:	45,5 m	
Diamètre:	25 mm extérieur	
Propriétés du combustible:	Thermoplastique sans charge Masse: 21,3 kg (comprenant une allocation de 2,2 kg pour connecteurs et boîtiers) Potentiel calorifique réel: 16 MJ/kg Puissance toxique de la fumée: 28 mg/l Surface spécifique d'extinction de la fumée: 690 m²/kg	
* Les propriétés des fils électriques ne sont pas comprises (voir B.4.1.2).		

B.6 Comportement au feu approprié

B.6.1 Généralités

Presque toute l'énergie calorifique est fournie par le feu d'exposition. Les conditions thermiques en moyenne spatiale (température et flux thermique) dans la couche supérieure chaude en provenance de ce feu peuvent être estimées à partir de modèles feux utilisant le profil de dégagement de chaleur du feu d'exposition et les propriétés thermiques du couloir. La vitesse de décomposition (perte de masse) du conduit, lorsqu'il est exposé aux conditions thermiques dans le couloir, peut être obtenue à partir de l'estimation du flux thermique par le modèle, couplée avec des mesures en laboratoire de la vitesse de décomposition du conduit en fonction du flux thermique imposé. Une fois que les vitesses de perte de masse du conduit et des autres objets en combustion sont connues, leur contribution relative à l'effluent du feu peut être évaluée. (La contribution des fils électriques dans le conduit n'a pas été prise en considération.)

Table B.1 – Summary of scenario information

Compartment		
Site:	Interior corridor and inner alcove	
Dimensions:	Corridor: 30,1 m × 2,4 m × 3,0 m Alcove: 4,3 m × 4,3 m × 3,0 m	
Wall lining:	Concrete block	Gypsum wall board
Wall thickness:	100 mm	16 mm
Exposure fire (furniture) – Source of fire		
Location:	In alcove at middle of corridor	
Intensity profile:	300 kW at 100 s 3,0 MW at 200 s 3,0 MW at 275 s 300 kW at 450 s 100 kW at 1 200 s	
Fuel properties:	Flexible cushioning Mass: 42 kg Effective heat of combustion: 20 MJ/kg Toxic potency of smoke: 27 mg/l Specific smoke extinction area: 580 m ² /kg	
Conduit * – Victim of fire		
Length:	45,5 m	
Diameter:	25 mm outer	
Fuel properties:	Unfilled thermoplastic Mass: 21,3 kg (includes allowance for 2,2 kg of connectors and boxes) Effective heat of combustion: 16 MJ/kg Toxic potency of smoke: 28 mg/l Specific smoke extinction area: 690 m ² /kg	
* Wire properties not included (see B.4.1.2).		

B.6 Relevant fire behaviour

B.6.1 General

Almost all of the heat energy is provided by the exposure fire. The spatially averaged thermal conditions (temperature and heat flux) in the hot upper layer from this fire can be estimated from fire models using the heat release profile of the exposure fire and the thermal properties of the corridor. The decomposition (mass loss) rate of the conduit when it is exposed to the thermal conditions in the corridor can be obtained from the model's estimate of heat flux, coupled with laboratory measurements of conduit decomposition rate as a function of imposed heat flux. Once the rate of mass loss of the conduit and the other burning objects are known, their relative contribution to the fire effluent can be assessed. (The contribution from the wire in the conduit was not considered.)

B.6.2 Modélisation du feu d'exposition

Pour calculer les conditions du feu dans le couloir à partir du feu d'exposition, une version simplifiée du code informatique incendie HARVARD V [8] a été utilisée. Ce modèle est l'un des nombreux moyens documentés similaires pour la simulation d'un feu de local en développement, appelés «modèles de zone», qui considèrent le feu comme divisé en trois zones homogènes séparées: le panache du feu, la couche supérieure chaude légère et la couche inférieure relativement froide. Le code HARVARD utilisé calcule le flux irradiant une cible sur le mur dans la couche supérieure. Pour prendre en compte l'effet du rayonnement des flammes sur le conduit à proximité du feu, le conduit a été divisé en quinze segments d'égale longueur (d'environ 2 m de long chacun) et le rayonnement des flammes au centre de chaque segment a été calculé, et cette valeur a été ajoutée au flux reçu par le conduit à partir de la couche supérieure. Le conduit près du feu, c'est-à-dire à moins de 2 m, a reçu un rayonnement significatif des flammes; le reste du conduit a reçu un rayonnement presque exclusivement à partir de la couche supérieure. Deux calculs ont été effectués: l'un pour le couloir revêtu d'une couche de plâtre de 16 mm d'épaisseur et l'autre pour le béton de 100 mm d'épaisseur. La température moyenne de la couche supérieure, due au feu d'exposition, est présentée en fonction du temps aux figures B.2 et B.3. La température moyenne de la couche supérieure et le flux associé de chaleur radiante sur le conduit (voir figures B.4 et B.5) sont tous les deux significativement plus élevés pour le revêtement de plâtre que pour le béton.

B.6.3 Prédiction de perte de masse du conduit

Les figures B.6 et B.7 présentent les vitesses de perte de masse comparatives du mobilier et du conduit dans des couloirs revêtus de béton et de plâtre respectivement. Le flux thermique atteignant le conduit, présenté aux figures B.4 et B.5, a été utilisé en conjonction avec les données de vitesse de perte de masse du conduit pour tracer les courbes de vitesse de perte de masse des figures B.6 et B.7. Le conduit près du feu d'exposition est complètement détruit au cours de l'incendie, ce qui fait décroître quelque peu la vitesse de perte de masse lorsque le feu progresse.

Comme le montre un examen des figures B.6 et B.7, on prévoit que le conduit continue à perdre de la masse dans l'intervalle de temps étudié; la vitesse de perte de masse décroît seulement lorsqu'un segment est consumé et ne retourne à zéro que lorsque tout le conduit est complètement consumé. En fait, on s'attend à ce que le flux dans la couche supérieure du couloir décroisse une fois le mobilier consumé et que le conduit s'arrête très probablement de brûler puisque le flux imposé est réduit. Le résultat net est que la vitesse de perte de masse du conduit aux figures B.6 et B.7 est surévaluée, spécialement après 800 s, lorsqu'il ne reste qu'un faible flux thermique radiant externe pour entretenir sa décomposition.

B.7 Résultats

B.7.1 Critère de danger: danger comparatif

Le CPR analysé peut être allumé, mais, pour continuer à brûler une fois allumé, il exige généralement de la chaleur d'une autre source, telle que le feu d'exposition. Pour cette raison, le CPR est considéré dans cette analyse comme ne brûlant que si le feu d'exposition brûle également. Ainsi le CPR ne contribue pas, par lui seul, au danger du feu. En fait, puisque le feu d'exposition a la même probabilité de se produire que le conduit soit présent ou pas, et puisque le conduit brûle seulement en présence du feu d'exposition, la comparaison simple la plus appropriée est entre le danger du feu dû au feu d'exposition plus le CPR et celui dû au feu d'exposition seul.

Cette approche remplace celle plus détaillée et laborieuse qui comprend les effets des fils électriques eux-mêmes et calcule le danger toxique du système total d'installation électrique, fils électriques plus conduit. La comparaison des dangers serait à effectuer entre les effets totaux de l'installation électrique et du feu d'exposition lorsque des conduits plastiques sont utilisés et ceux lorsque d'autres types de conduits, tels que métalliques, sont utilisés.

B.6.2 Modelling the exposure fire

To calculate fire conditions in the corridor from the exposure fire, a modified version of the computer-based fire code HARVARD V [8] was employed. This model is one of a number of similar documented means for the simulation of a developing room fire, called “zone models”, which treat the fire as divided into three separate homogeneous zones: the fire plume; the buoyant hot upper layer and the relatively cool lower layer. The Harvard code used calculates the radiant flux striking a target on the wall in the upper layer. To take account of the effect of the flame radiation on the conduit close to the fire, the conduit was divided into fifteen segments of equal length (each about 2 m long) and the radiation from the flame to the centre of each segment was calculated, and this value was added to the flux received by the conduit from the upper layer. The conduit near the fire, i.e., within 2 m, received significant flame radiation; the balance of the conduit received radiation almost exclusively from the upper tray. Two calculations were carried out: one for a corridor lined with 16 mm thick gypsum board and one for 100 mm thick concrete block. The average temperature of the upper layer due to the exposure fire is shown as a function of time in figures B.2 and B.3. Both the average upper layer temperature and the associated radiant heat load to the conduit (see figures B.4 and B.5) were significantly higher for the gypsum board lining than for the concrete.

B.6.3 Predicting mass loss of the conduit

Figures B.6 and B.7 show the comparative mass loss rates of the furniture and the conduit for fires in corridors lined with concrete and gypsum wallboard, respectively. The heat flux reaching the conduit, shown as figures B.4 and B.5, was used in conjunction with the conduit mass-loss rate data to construct mass loss rate curves appearing in figures B.6 and B.7. The conduit near the exposure fire is completely destroyed in the course of the fire which causes the mass loss rate to decline somewhat as the fire proceeds.

As inspection of figures B.6 and B.7 shows, the conduit is predicted to continue losing mass throughout the time interval studied. The mass loss rate decreases only when a segment is burned out and only returns to zero if all the conduit is completely consumed. In fact, the flux in the upper layer of the corridor would be expected to decline once the furniture has burned out and the conduit would certainly stop burning as the imposed flux is reduced. The net result is that the mass loss rate of the conduit in figures B.6 and B.7 is overstated, especially after about 800 s when there is little externally-applied radiant heat flux left to support its decomposition.

B.7 Results

B.7.1 Hazard criterion: comparative hazard

The RPC analyzed can be ignited but, in order to keep burning once ignited, it generally requires heat from another source such as the exposure fire. For this reason, the RPC is viewed in this analysis as burning only if the exposure fire is burning as well. Thus, the RPC is not the sole contributor to fire hazard. In fact, since the exposure fire has the same probability of occurring whether conduit is present or not, and since conduit burns only in the presence of the exposure fire, the most appropriate simple comparison is between the fire hazard due to the exposure fire plus the RPC and that due to the exposure fire alone.

This approach substitutes for a more detailed and laborious one which includes the effects of the wiring itself and computes the toxic hazard from the total wiring system, wire plus conduit. The hazard comparison would be between the total effects of the wiring system and the exposure fire when plastic conduit is used and when some other conduit type, such as metal, is employed.

La différence principale entre cette dernière approche et la simple comparaison décrite ci-dessus est que les effets des fils électriques seraient spécifiquement pris en considération. Ils sont comparables dans les deux cas, mais, dans chaque situation, ils ne sont pas importants dans les premières étapes de l'incendie. Si des conduits plastiques sont utilisés, les fils électriques sont effectivement isolés des effets thermiques du feu jusqu'à ce que le conduit protecteur soit consumé: lorsque le conduit est détruit, et à l'endroit où il est, les fils exposés commencent alors à contribuer à l'effluent du feu. Bien que le conduit métallique reste en place, il n'isole pas effectivement les fils électriques des effets thermiques du feu et la décomposition de l'isolation peut se produire. Dans les deux cas, par conséquent, une contribution à l'effluent du feu est attendue des fils électriques eux-mêmes, mais seulement après un délai considérable. Dans le cas du conduit plastique, le délai est dû au temps requis pour que le feu transperce le conduit et expose les fils. Dans le cas du conduit métallique, c'est le temps requis pour qu'une chaleur suffisante soit conduite au travers des parois du conduit pour commencer la décomposition de l'isolation des fils électriques.

B.7.2 Evaluation de la contribution du CPR au danger du feu

Le conduit ne commence pas à contribuer au danger thermique avant qu'il ne s'allume. Cela se produit à environ 250 s (voir figures B.6 et B.7). A ce moment, la température de la couche supérieure chaude de l'effluent du feu dépasse 300 °C (voir figures B.2 et B.3), et la couche a presque rempli la pièce et le couloir. Cette température serait immédiatement létale pour les personnes exposées.

Le débit calorifique du CPR à 300 s est de 100 kW à 150 kW, c'est-à-dire 3 % à 5 % de l'intensité totale du feu. La différence en température produite par cette petite augmentation est d'environ 3 °C, ce qui n'a virtuellement pas d'impact sur la sévérité des conditions thermiques.

B.7.3 Evaluation de la contribution du CPR au danger des fumées

La visibilité à travers la fumée est diminuée par la diffusion et l'atténuation de la lumière. Une relation approchée est donnée par:

$$D(t) \approx \frac{3V}{M_m(t) \sigma_m + M_c(t) \sigma_c}$$

où

$D(t)$ est la distance approximative en mètres (m) à laquelle la lumière réfléchie est visible au temps t ;

V est le volume du couloir et de l'alcôve en mètres cubes (m³);

$M_m(t)$ est la masse de mobilier en kilogrammes (kg) perdue (brûlée) au temps t ;

$M_c(t)$ est la masse de conduit en kilogrammes (kg) perdue (brûlée) au temps t ;

σ_m est la surface d'extinction spécifique de la fumée venant du mobilier en mètres carrés par kilogramme (m²/kg);

σ_c est la surface d'extinction spécifique de la fumée venant du conduit en mètres carrés par kilogramme (m²/kg).

Les valeurs de $M_m(t)$ et de $M_c(t)$ sont obtenues en intégrant les courbes dans les figures B.6 ou B.7 de zéro à toute valeur souhaitée de t . Les surfaces d'extinction spécifiques sont prises dans le tableau B.1.

The principal difference between this approach and the simpler comparison described above is that the effects of the wiring would be specifically considered. They are comparable in both cases but, in either situation, are not important in the early stages of the fire. If plastic conduit is used, the wire is effectively insulated from the thermal effects of the fire until the conduit protecting it is consumed: when and where the conduit is destroyed, the exposed wire then begins to contribute to the fire effluent. Although the metal conduit remains in place, it does not effectively shield the wiring from the fire's thermal effects and the decomposition of the insulation can occur. In both cases, therefore, a contribution to the fire effluent is expected from the wiring itself, but only after a considerable delay. In the case of the plastic conduit, the delay is due to the time required for the conduit to burn through and expose the wire. In the case of metal conduit, it is the time required for sufficient heat to be conducted through the conduit walls to begin decomposing the wire insulation.

B.7.2 Assessing the contribution of RPC to thermal hazard

The conduit did not begin to contribute to the thermal hazard until it ignites. This occurred at about 250 s (see figures B.6 and B.7). By this time, the temperature of the hot upper layer of fire effluent exceeded 300 °C (see figures B.2 and B.3), and the layer had nearly filled the room and corridor. This temperature would be immediately lethal to victims exposed.

The heat release rate of the RPC at 300 s is 100 kW to 150 kW, which is 3 % to 5 % of the total fire intensity. The differences in temperature produced by this small increment is about 3 °C, which has virtually no impact on the severity of thermal conditions.

B.7.3 Assessing the contribution of RPC to smoke hazard

Visibility through smoke is diminished by its light scattering and attenuating characteristics. An approximate relationship is given by:

$$D(t) \approx \frac{3V}{M_f(t) \sigma_f + M_c(t) \sigma_c}$$

where

$D(t)$ is the approximate distance in metres (m) from which reflected light is visible at time t ;

V is the volume of corridor and alcove in cubic metres (m³);

$M_f(t)$ is the mass of furniture in kilograms (kg) lost (burned) at time t ;

$M_c(t)$ is the mass of conduit in kilograms (kg) lost (burned) at time t ;

σ_f is the specific extinction area of smoke from furniture in square metres per kilogram (m²/kg);

σ_c is the specific extinction area of smoke from conduit in square metres per kilogram (m²/kg).

The values of $M_f(t)$ and $M_c(t)$ are available by integrating the curves in figure B.6 or B.7 from zero to any desired value of t . The specific extinction areas are taken from table B.1.

Il est instructif de calculer $D(t)$ à 250 s, à un point de l'incendie où le CPR commence tout juste à contribuer à l'augmentation de la fumée. Ce faisant, on obtient un résultat de 0,09 m. Une évacuation aidée par la vue requiert que la visibilité soit de l'ordre de plusieurs mètres. Par conséquent, pour les besoins de l'évacuation, la vision est virtuellement neutralisée par la fumée du mobilier seul avant que le CPR ne soit impliqué dans l'incendie, et une évacuation dirigée par la vue est déjà impossible. La fumée produite par la suite, soit par le CPR soit par le mobilier, a peu d'impact sur le danger de l'obscurcissement par la fumée qui a déjà atteint un niveau inacceptable.

B.7.4 Evaluation de la contribution de CPR au danger toxique

Pour déterminer l'effet total de l'effluent du feu, dans le couloir et l'alcôve, le volume total a été estimé à 270 m³. On a utilisé la méthode de la DEF (dose effective fractionnelle) décrite dans la CEI 60695-7-3 à l'article 5.2.2 [2].

La DEF totale récapitule les contributions des divers objets en combustion pour évaluer les conditions toxiques globales.

DEF totale = contribution du mobilier + contribution du conduit:

$$\text{DEF totale} = \frac{\int_0^t M_m \cdot dt}{V \cdot \text{CtL50}_m} + \frac{\int_0^t M_c \cdot dt}{V \cdot \text{CtL50}_c}$$

où

DEF totale est la fraction de la dose létale de fumée que les personnes exposées subiraient au temps t ;

V est le volume du couloir et de l'alcôve;

M_m et M_c sont, respectivement, la masse de mobilier perdue (brûlée) au temps t et la masse de conduit perdue (brûlée) au temps t ;

CtL50_m et CtL50_c sont les doses létales de la fumée, déterminées par des mesures de puissance toxique, obtenues à partir du mobilier et du conduit, respectivement.

M_m et M_c sont obtenues en intégrant les courbes de vitesse de perte de masse pour le mobilier et le conduit, présentées aux figures B.6 et B.7. Les valeurs utilisées pour la puissance toxique ont été obtenues avec l'essai de toxicité NBS [7]. Les figures B.8 et B.9 présentent la croissance de la dose toxique DEF en fonction du temps pour les constructions avec murs en béton et en plâtre. Dans les deux cas, la dose toxique atteint la valeur unité, signifiant la mort des personnes exposées, à environ 600 s.

It is informative to calculate $D(t)$ at 250 s, a point in the fire where the RPC is just beginning to contribute to the smoke. Doing so yields a result of 0,09 m. Sight-aided escape requires that visibility be of the order of several metres. Thus, for purposes of escape, vision is virtually blocked by the smoke from the burning furniture alone before the RPC becomes involved in the fire, and sight-directed escape is already impossible. The smoke subsequently generated, whether by the RPC or the furniture, has little impact on the hazard from smoke obscuration which has already reached an unacceptably high level.

B.7.4 Assessing the contribution of RPC to toxic hazard

To determine the total effect of the fire effluent in the corridor and alcove, the total volume was assumed to be 270 m³. The FED (Fractional Effective Dose) method described in clause 5.2.2 of IEC 60695-7-3 [2], was employed.

The total FED sums up the contributions of the various burning objects to assess overall toxic conditions.

Total FED = contribution of furniture + contribution of conduit:

$$\text{Total FED} = \frac{\int_0^t M_f \cdot dt}{V \cdot \text{CtL50}_f} + \frac{\int_0^t M_c \cdot dt}{V \cdot \text{CtL50}_c}$$

where

Total FED is the fraction of a lethal smoke dose which those exposed would experience at time t ;

V is the volume of the corridor and alcove;

M_f, M_c is the mass of furniture lost (burned) to time t and the mass of conduit lost (burned) to time t , respectively;

$\text{CtL50}_m, \text{CtL50}_c$ is the lethal dose of smoke, determined by toxic potency test measurements, derived from the furniture and conduit respectively.

M_f and M_c are obtained by integrating the mass loss rate curves for the furniture and conduit shown in figures B.6 and B.7. The values used for toxic potency were obtained using the NBS toxicity test [7]. Figures B.8 and B.9 show the build-up of toxicity dose FED as a function of time for concrete and gypsum walls constructions. In both cases the toxic dose reaches a value of unity, denoting the death of those exposed, at about 600 s.

Tableau B.2 – Temps d'apparition de conditions très dangereuses dans les couloirs du bâtiment

Danger	Murs de plâtre – Temps en s	Murs en béton – Temps en s
Température létale ¹⁾	190	220
Toxicité létale ²⁾	600	600
Visibilité nulle à travers la fumée ³⁾	150	150
¹⁾ Couche supérieure ≥ 1 m d'épaisseur et ≥ 300 °C ²⁾ DEF = 1,0 ³⁾ Couche supérieure ≥ 1 m d'épaisseur et visibilité $\leq 1,0$ m		

Le tableau B.2 donne les temps auxquels se produiraient les conditions qui empêcheraient l'évacuation: température létale ou toxicité létale de l'effluent du feu. Est aussi donné le temps auquel la fumée est effectivement opaque, bloquant de cette façon l'évacuation dirigée par la vue. Il faut que les occupants aient quitté le couloir dans les 190 s à 220 s après l'allumage pour éviter de succomber à la température élevée. La conclusion est, en fait, qu'il faut que l'évacuation soit complète dans les 150 s pour éviter d'être piégé dans l'environnement fortement enfumé.

Comme cela est visible à partir des figures B.5 et B.6, quand une DEF létale (c'est-à-dire DEF égale à l'unité) est atteinte à 600 s, la contribution du conduit est encore très petite. Après 1 200 s, ou 20 min, le conduit a contribué à environ 7 % du danger toxique dans le cas de murs en béton et à environ 23 % dans le cas de murs en plâtre. Par conséquent, la contribution du conduit au danger toxique est faible durant la période étudiée, et devient significative seulement bien après que les personnes exposées ont déjà reçu une dose létale d'effluent en provenance du mobilier, et de plus après même que les conditions thermiques ont atteint la léthalité.

B.8 Interprétation des résultats

B.8.1 Signification et précision

Bien qu'il y ait un grand nombre de variantes dans le scénario du couloir décrit ci-dessus, le présent article essaiera de montrer que d'autres hypothèses raisonnables produisent des résultats similaires à ceux présentés ou représentent des situations dans lesquelles la menace est moindre que celle présentée ici. La première variante retenant l'attention est la probabilité que le feu se produise dans un espace plus petit que le couloir de 30 m de l'hypothèse étudiée. Dans un tel cas, la température dans la couche serait plus élevée, menant à une décomposition plus rapide du conduit. Dans le même temps, cependant, la fumée en provenance du mobilier en feu serait proportionnellement plus concentrée, la mort se produirait même plus tôt que les 10 min requises dans le présent scénario. Dans le couloir étudié, les températures atteignent un niveau léthal, 300 °C, en à peu près 200 s ou 3,5 min après l'allumage. Une augmentation plus rapide de la température, telle qu'on la vérifie dans un compartiment plus petit, amènerait encore plus tôt à une mort thermique. C'est également vrai pour la toxicité. Par conséquent, il est difficile de voir comment une pièce plus petite changerait matériellement la cause de la mort pour les personnes infortunées soumises à un tel incendie.

Des arguments semblables s'appliquent si, au lieu de commencer dans le couloir, le feu a son origine dans une salle desservie par le couloir. Dans ce cas, un embrasement éclair pourrait se produire, mais la quantité de conduit ajoutée à ce qu'il y a dans la salle (approximativement 1,3 m) est négligeable. Le conduit dans le couloir serait exposé aux gaz chauds sortant de la salle, avec décomposition correspondante. Cependant, l'embrasure de la porte diminuerait la taille de l'incendie de la même manière que pour du mobilier brûlant librement dans le couloir [5], de sorte que les conditions thermiques du couloir ne seraient pas sensiblement différentes de celles calculées dans le présent exercice. Evidemment, une charge accrue de