

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications to be used in harsh environments –
Part 1: Generic specification**

**Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques utilisés en environnements sévères –
Partie 1: Spécification générique**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62012-1:2002



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2002 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

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

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62012-1

Edition 1.0 2002-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications to be used in harsh environments –
Part 1: Generic specification**

**Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques utilisés en environnements sévères –
Partie 1: Spécification générique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 33.120.20

ISBN 2-8318-7422-X

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
1 Généralités	12
1.1 Domaine d'application.....	12
1.2 Références normatives	12
1.3 Définitions	14
1.4 Considérations d'environnement	14
2 Matériaux et construction du câble	16
2.1 Remarques générales.....	16
2.2 Construction du câble	16
2.3 Identification	20
2.4 Câble terminé	20
3 Méthodes d'essai	20
3.1 Remarques générales.....	20
3.2 Essais électriques.....	20
3.3 Essais mécaniques et dimensionnels	22
3.4 Essais d'environnement	30
3.5 Essais en température	38
3.6 Essais chimiques.....	44
3.7 Tenue aux radiations	46
Annexe A (normative) Méthode intégrée d'essai horizontal au feu	54
A.1 Définitions, symboles et abréviations.....	54
A.2 Environnement d'essai	54
A.3 Appareillage d'essai	54
A.4 Eprouvtes d'essai.....	72
A.5 Etalonnage et entretien de l'équipement d'essai	74
A.6 Préparation de l'échantillon en essai	84
A.7 Procédures d'essai	86
A.8 Nettoyage et examen après essai.....	88
A.9 Calculs	90
A.10 Rapport.....	96
Annexe B (normative) Méthode pour déterminer la pertinence des analyseurs d'oxygène pour réaliser des mesures de dégagement de chaleur	98
B.1 Généralités	98
B.2 Procédure	98
B.3 Précautions supplémentaires	98
Annexe C (informative) Liste d'information sur les matériaux	100
C.1 Analyseur.....	100
C.2 Chambre d'essai au feu	100
C.3 Briques réfractaires.....	100

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 General.....	13
1.1 Scope.....	13
1.2 Normative references.....	13
1.3 Definitions.....	15
1.4 Environmental considerations.....	15
2 Materials and cable construction.....	17
2.1 General remarks.....	17
2.2 Cable construction.....	17
2.3 Identification.....	21
2.4 Finished cable.....	21
3 Test methods.....	21
3.1 General remarks.....	21
3.2 Electrical tests.....	21
3.3 Mechanical and dimensional measurement tests.....	23
3.4 Environmental tests.....	31
3.5 Temperature tests.....	39
3.6 Chemical tests.....	45
3.7 Radiation tests.....	47
Annex A (normative) Horizontal integrated fire-test method.....	55
A.1 Definitions, symbols and abbreviations.....	55
A.2 Test environment.....	55
A.3 Test apparatus.....	55
A.4 Test specimens.....	73
A.5 Calibration and maintenance of test equipment.....	75
A.6 Test specimen preparation.....	85
A.7 Test procedures.....	87
A.8 Post-test clean-up and inspection.....	89
A.9 Calculations.....	91
A.10 Report.....	97
Annex B (normative) Method for determining suitability of oxygen analysers for making heat release measurements.....	99
B.1 General.....	99
B.2 Procedure.....	99
B.3 Additional precautions.....	99
Annex C (informative) Material information list.....	101
C.1 Analyser.....	101
C.2 Fire-test chamber.....	101
C.3 Firebrick.....	101

C.4	Panneaux de verre intérieurs.....	100
C.5	Lampe	102
C.6	Dispositif d'enregistrement.....	102
C.7	Sonde bidirectionnelle.....	102
C.8	Filtres à densité neutre.....	102
C.9	Calorimètre à gaz.....	102
C.10	Conducteur isolé standard (câble d'étalonnage)	102
Annexe D (informative) Taille des briques		104
Bibliographie		106
Figure 1 – Appareillage pour essai d'écrasement sur câble.....		24
Figure 2 – Courbure sous tension.....		26
Figure 3 – Appareillage de mesure du comportement du câble à la traction		28
Figure 4 – Exemple de courbe de température en fonction de la durée		44
Figure 5 – Equipement d'essai pour rayonnement.....		50
Figure A.1 – Schéma de la chambre d'admission d'air (les tolérances figurent dans les paragraphes concernés).....		56
Figure A.2 – Schéma de la chambre d'essai au feu (Les tolérances figurent dans les paragraphes concernés).....		60
Figure A.3 – Section transversale de la chambre d'essai au feu (coupe B-B, Figure A.2).....		60
Figure A.4 – Schéma du circuit d'extraction (les tolérances figurent dans les paragraphes concernés).....		64
Figure A.5 – Système de mesure des fumées.....		66
Figure A.6 – Implantation du passage de l'extraction, de la gaine d'extraction, du système de mesure de fumée et du registre (les tolérances figurent dans les paragraphes concernés).....		68
Figure A.7 – Détails du chemin de câble en échelle et des supports (Les tolérances sont données dans les paragraphes applicables)		70
Figure A.8 – Schéma du système d'échantillonnage de gaz		72
Figure A.9- Historique de la température du panneau inorganique en ciment armé mesurée au thermocouple dans l'air ambiant (7 m).....		80
Tableau 1 – Prescription pour essai de vibration.....		32
Tableau 2 – Sévérité pour l'essai de chocs.....		34
Tableau 3 – Caractéristiques à vérifier en fonction de la plage de fréquence de l'application.....		36
Tableau 4 – Classes E d'intégrité du circuit		38
Tableau 5 – Combinaisons dose totale / débit de dose.....		52
Tableau D.1 – Tailles des briques		104

C.4	Inside glass panes	101
C.5	Lamp	103
C.6	Recording device	103
C.7	Bi-directional probe.....	103
C.8	Neutral density filters.....	103
C.9	Gas calorimeter	103
C.10	Standard insulated conductor (calibration cable).....	103
Annex D (informative) Brick sizes		105
Bibliography.....		107
Figure 1 – Fixture for cable crushing test		25
Figure 2 – Bending under tension		27
Figure 3 – Tensile performance measuring apparatus		29
Figure 4 – Example of temperature versus time		45
Figure 5 – Test set up for radiation		51
Figure A.1 – Schematic of the air-inlet chamber.....		57
Figure A.2 – Schematic of the fire test chamber.....		61
Figure A.3 – Cross-section of the fire test chamber (Section B-B, Figure A.2)		61
Figure A.4 – Schematic of the exhaust transition		65
Figure A.5 – Smoke measurement system		67
Figure A.6 – Location of exhaust transition, exhaust duct, smoke measurement system and damper		69
Figure A.7 – Details of ladder cable tray and supports		71
Figure A.8 – Schematic of gas sampling system		73
Figure A.9 – Temperature history of inorganic reinforced cement board at thermocouple in air (7 m).....		81
Table 1 – Requirement for vibration		33
Table 2 – Sock severities		35
Table 3 – Characteristics to be checked versus the frequency range of the application.....		37
Table 4 – Circuit integrity classes E		39
Table 5 – Total dose/dose rate combinations		53
Table D.1 – Sizes of bricks		105

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CÂBLES MULTICONDUCTEURS À PAIRES SYMÉTRIQUES
ET QUARTES POUR TRANSMISSIONS NUMÉRIQUES
UTILISÉS EN ENVIRONNEMENTS SÉVÈRES –****Partie 1: Spécification générique**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62012-1 a été préparée par le sous-comité 46C: Câbles symétriques et fils, du comité d'étude 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs, composants passifs pour micro-onde et accessoires.

Cette version bilingue, publiée en 2004-02, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 46C/503/FDIS et 46C/535/RVD.

Le rapport de vote 46C/535/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MULTICORE AND SYMMETRICAL PAIR/QUAD CABLES FOR DIGITAL COMMUNICATIONS TO BE USED IN HARSH ENVIRONMENTS –**Part 1: Generic specification**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62012-1 has been prepared by subcommittee 46C: Wires and symmetric cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, RF connectors, RF and microwave passive components and accessories.

This bilingual version, published in 2004-02, corresponds to the English version.

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

FDIS	RVD
46C/503/FDIS	46C/535/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

La présente norme constitue la Partie 1 de la série CEI 62012, publiée sous le titre générale *Câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes pour transmissions numériques utilisés en environnements sévères*.

La Partie 2 est actuellement en préparation.

Cette publication a été rédigée en conformité avec les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62012-1:2002

This standard constitutes Part 1 of the IEC 62012 series, published under the general title *Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications to be used in harsh environments*.

Part 2 is currently in preparation.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62012-1:2002

INTRODUCTION

Les câbles utilisés pour le câblage usuel d'abonnés ou autres câblages pour la technologie de l'information peuvent avoir à fonctionner en environnements sévères. Cela peut se produire en cas de feu, mais aussi dû aux conditions d'installation sur le site industriel. Cette norme sera complétée par des normes intermédiaires répondant à une fonction particulière comme défini en 1.4. Des spécifications particulières renverront à une ou plusieurs spécifications intermédiaires suivant la conception donnée du câble.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62012-1:2002

INTRODUCTION

The cables used for customer premises cabling or other IT cabling may have to work in harsh environments. This can be in case of fire but also due to conditions of installation in industrial plant. This standard will be supplemented by sectional specifications addressing a particular function as defined in 1.4. Detail specifications will refer to one or several sectional specifications depending upon the actual design of the cable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62012-1:2002

CÂBLES MULTICONDUCTEURS À PAIRES SYMÉTRIQUES ET QUARTES POUR TRANSMISSIONS NUMÉRIQUES UTILISÉS EN ENVIRONNEMENTS SÉVÈRES –

Partie 1: Spécification générique

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 62012 spécifie, dans le cas d'utilisation en environnements sévères, les définitions et les méthodes d'essai pour les câbles multiconducteurs à paires symétriques et quartes utilisés dans les systèmes en transmissions numériques tels que RNIS (ISDN), les réseaux locaux et les systèmes de transmission de données. Cette norme donne des lignes directrices pour la conception et la vérification de ces câbles.

1.2 Références normatives

Les documents en référence qui suivent sont indispensables pour la mise en application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document en référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 60028:1925, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

CEI 60050(701), *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 701: Télécommunications, voies et réseaux*

CEI 60050(704), *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 704: Transmission*

CEI 60050(722), *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 722: Téléphonie*

CEI 60068-2 (toutes les parties), *Essais d'environnement – Essais*

CEI 60189-1:1986, *Câbles et fils pour basses fréquences isolés au PVC et sous gaine de PVC – Partie 1: Méthodes générales d'essai et de vérification*

CEI 60304:1982, *Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences*

CEI 60332-1:1993, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 1: Essai sur un conducteur ou câble isolé vertical*

CEI 60332-2:1989, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 2: Essai sur un petit conducteur ou câble isolé à âme en cuivre, en position verticale*

CEI 60332-3 (toutes parties), *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3: Essais sur des fils ou câbles en nappes*

CEI 60754-1, *Essai des gaz émis lors de la combustion des câbles – Partie 1: Détermination de la quantité de gaz acide halogéné*

MULTICORE AND SYMMETRICAL PAIR/QUAD CABLES FOR DIGITAL COMMUNICATIONS TO BE USED IN HARSH ENVIRONMENTS –

Part 1: Generic specification

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 62012 specifies the definitions and test methods, when used in harsh environment, of symmetrical pair and quad cables used in digital communication systems such as ISDN, local area networks and data communication systems. This standard gives guidance concerning the design and testing of these cables.

1.2 Normative references

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

IEC 60028:1925, *International standard of resistance for copper*

IEC 60050(701), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 701: Telecommunications, channels and networks*

IEC 60050(704), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 704: Transmission*

IEC 60050(722), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 722: Telephony*

IEC 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Part 2: Tests*

IEC 60189-1:1986, *Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath – Part 1: General test and measuring methods*

IEC 60304:1982, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

IEC 60332-1:1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60332-2:1989, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 2: Test on a single small vertical insulated copper wire or cable*

IEC 60332-3 (all parts), *Tests on electric cables under fire conditions – Part 3: Tests on bunched wires or cables*

IEC 60754-1, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the amount of halogen acid gas*

CEI 60811-1-1:1993, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 1: Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

CEI 60811-1-3:1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 3: Méthodes de détermination de la masse volumique – Essais d'absorption d'eau – Essai de rétraction*

CEI 60811-1-4:1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques – Partie 1: Méthodes d'application générale – Section 4: Essais à basse température*

CEI 61034-1, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles électriques brûlant dans des conditions définies – Partie 1: Appareillage d'essai*

CEI 61034-2, *Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles électriques brûlant dans des conditions définies – Partie 2: Procédure d'essai et prescriptions*

1.3 Définitions

Pour les besoins de ce document, les définitions données dans la CEI 60050-701, la CEI 60050-704, la CEI 60050-722 et la CEI 61156-1 sont applicables.

1.4 Considérations d'environnement

Les câbles doivent être conçus pour fonctionner dans une ou plusieurs des conditions d'environnement suivantes.

Le but de cette norme est que tout câble défini comme conforme à l'une ou à plusieurs des définitions indiquées en 1.3 soit aussi conforme aux exigences électriques, mécaniques et d'environnement données ci-dessous, lorsqu'il est essayé suivant les Articles 3 et 4.

1.4.1 Résistance au feu

Lorsqu'ils sont soumis au feu conformément à l'essai décrit en 3.4.6, les câbles doivent être capables de transmettre le signal attendu avec ou sans dégradation comme décrit dans la spécification particulière.

1.4.2 Température

Lorsqu'ils sont soumis aux températures de l'essai décrit en 3.5, les câbles doivent être capables de transmettre le signal attendu avec ou sans dégradation comme décrit dans la spécification particulière.

1.4.3 Radiations (α , β , γ)

Lorsqu'ils sont soumis aux radiations conformément à l'essai décrit en 3.7, les câbles doivent être capables de transmettre le signal attendu avec ou sans dégradation comme décrit dans la spécification particulière.

1.4.4 Agents chimiques

Lorsqu'ils sont soumis aux agents chimiques conformément à l'essai décrit en 3.6, les câbles doivent être capables de transmettre le signal attendu avec ou sans dégradation comme décrit dans la spécification particulière.

IEC 60811-1-1:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section 1: Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60811-1-3:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Three: Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test*

IEC 60811-1-4:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 1: Methods for general application – Section Four: Tests at low temperature*

IEC 61034-1, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 1: Test apparatus*

IEC 61034-2, *Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements*

1.3 Definitions

For the purposes of this document, the definitions given in IEC 60050-701, IEC 60050-704, IEC 60050-722 and IEC 61156-1 apply.

1.4 Environmental considerations

The cables shall be designed to perform in one or more of the following environmental condition.

It is the intention of this standard that any cables defined as compliant with one or more of the categories referred to in definitions of 1.3 shall also be compliant with the electrical, mechanical and environmental requirement given below when tested in accordance with Clauses 3 and 4.

1.4.1 Fire resistance

When subjected to fire according to the test described in 3.4.6, the cables shall be capable of transmitting the expected signal with or without degradation as described in the detail specification.

1.4.2 Temperature

When subjected to temperature according to the test described in 3.5, the cables shall be capable of transmitting the expected signal with or without degradation as described in the detail specification.

1.4.3 Nuclear radiations (α , β , γ)

When subjected to radiations according to the test described in 3.7, the cables shall be capable of transmitting the expected signal with or without degradation as described in the detail specification.

1.4.4 Chemical

When subjected to chemical agents accordingly to the test described in 3.6, the cables shall be capable of transmitting the expected signal with or without degradation as described in the detail specification.

2 Matériaux et construction du câble

2.1 Remarques générales

Le choix des matériaux et la construction des câbles doivent être appropriés à l'utilisation et à l'installation du câble envisagées.

2.2 Construction du câble

La construction des câbles doit être conforme aux détails et dimensions donnés dans la spécification particulière appropriée.

2.2.1 Conducteur

Le conducteur peut être massif ou câblé. Le conducteur massif doit être de section circulaire et peut être nu ou revêtu. Normalement le conducteur massif doit être tréfilé d'un seul tenant. Des raccords sur conducteur massif sont autorisés pourvu que la résistance à la traction ne soit pas inférieure à 85 % de celle d'un conducteur massif sans raccord.

Lorsque le conducteur est en cuivre recuit, il doit être de qualité uniforme et exempt de défauts. Les propriétés du cuivre doivent être conformes à la CEI 60028.

Le conducteur divisé doit être constitué de brins de section circulaire, sans isolation entre eux, et assemblés en couches concentriques ou en tordon.

Les brins élémentaires peuvent être nus ou revêtus.

Normalement les brins élémentaires doivent être tréfilés d'un seul tenant. Les raccords sur brins élémentaires sont autorisés pourvu que la résistance à la traction ne soit pas inférieure à 85 % de celle d'un brin élémentaire sans raccord. Les raccords sur conducteur divisé complet ne sont pas permis excepté si cela est admis et prescrit dans la spécification particulière appropriée du câble.

2.2.2 Enveloppe isolante

L'enveloppe isolante du conducteur doit être composée d'un ou plusieurs matériaux diélectriques appropriés. L'enveloppe isolante peut être massive, cellulaire ou composite (par ex. cellulaire à peau).

L'enveloppe isolante doit être continue et d'une épaisseur aussi uniforme que possible.

L'enveloppe isolante doit s'appliquer étroitement autour du conducteur. Les propriétés de dénudage de l'enveloppe isolante doivent être contrôlées conformément à la méthode spécifiée en 3.4 de la CEI 60189-1. Il doit être possible de séparer aisément l'enveloppe isolante du conducteur sans dommage pour le conducteur.

Lorsque prescrit, les conducteurs isolés doivent être colorés pour l'identification. Les couleurs doivent correspondre dans la mesure du possible au standard de couleurs représenté dans la CEI 60304.

2.2.3 Code de couleurs

Le code des couleurs relatif à l'isolation est donné dans la spécification particulière du câble.

2.2.4 Élément de câblage

L'élément de câblage est

- soit un conducteur élémentaire isolé,

2 Materials and cable construction

2.1 General remarks

The choice of materials and cable construction shall be suitable for the intended application and installation of the cable.

2.2 Cable construction

The cable construction shall be in accordance with the details and dimensions given in the relevant detail cable specification.

2.2.1 Conductor

The conductor may be either solid or stranded. The solid conductor shall be circular in section and may be plain or metal-coated. Normally, the solid conductor shall be drawn in one piece. Joints in the solid conductor are permitted, provided that the tensile strength of a joint is not less than 85 % of the unjointed solid conductor.

When the conductor consists of annealed copper, it shall be uniform in quality and free from defects. The properties of the copper shall be in accordance with IEC 60028.

The stranded conductor shall consist of strands circular in section and assembled without insulation between them by concentric stranding or bunched.

The individual strands of the conductor may be plain or metal-coated.

Normally, the individual strands shall be drawn in one piece. Joints in individual strands are permitted provided that the tensile strength of a joint is not less than 85 % of the tensile strength of the unjointed individual strand. Joints in the complete stranded conductor are not permitted unless allowed and specified in the relevant detail cable specification.

2.2.2 Insulation

Conductor insulation shall be composed of one or more suitable dielectric materials. The insulation may be solid, cellular or composite (e.g. foam skin)

The insulation shall be continuous, having a thickness as uniform as possible.

The insulation shall be applied to fit closely to the conductor. The stripping properties of the insulation shall be checked in accordance with the method specified in 3.4 of IEC 60189-1. It shall be possible to strip the insulation from the conductor easily and without damage to the conductor.

When required the insulated conductors shall be coloured for identification. Colours shall correspond reasonably with the standard colours shown in IEC 60304.

2.2.3 Colour code

The colour code for insulation is given in the relevant detail cable specification

2.2.4 Cable element

The cable element is

- a single insulated conductor, or

- soit une paire composée de deux conducteurs isolés torsadés entre eux et désignés comme conducteur «a» et conducteur «b»,
- soit une quarte composée de quatre conducteurs isolés torsadés entre eux et désignés comme conducteur «a», conducteur «c», conducteur «b», conducteur «d» dans le sens de rotation.

Le choix du pas moyen maximal sur le câble terminé doit tenir compte des valeurs de diaphonie spécifiées, des facilités de manipulation et de l'intégrité de la paire ou de la quarte.

NOTE La formation de l'élément avec un pas variable peut conduire à la rencontre peu fréquente mais acceptable d'un pas maximal dépassant la valeur spécifiée.

2.2.5 Blindage de l'élément de câblage

Si un blindage est prescrit sur la paire ou la quarte, il peut être constitué de la façon suivante:

- a) un ruban métallique contrecollé sur un ruban plastique;
- b) un ruban métallique contrecollé sur un ruban plastique et un fil de continuité en cuivre nu massif ou revêtu, au moyen duquel le ruban métallique est en contact avec le fil de continuité;
- c) une tresse en cuivre nu ou revêtu;
- d) un ruban métallique contrecollé sur un ruban plastique et une tresse en métal nu ou revêtu.

Il convient de prendre des précautions lorsque des métaux différents se trouvent en contact. Des revêtements ou autres méthodes de protection peuvent être nécessaires pour empêcher les effets de couples galvaniques.

Un matelas de protection (rubané ou extrudé) peut être appliqué sous et/ou sur le blindage.

2.2.6 Constitution du câble

Les éléments du câble peuvent être assemblés en couches concentriques ou en faisceaux. L'âme du câble peut être protégée par un matelas (par ruban non hygroscopique ou extrudé).

NOTE Des bourrages peuvent être utilisés pour obtenir une formation cylindrique.

2.2.7 Ecran sur l'âme du câble

L'âme du câble peut être blindée par

- a) un ruban métallique contrecollé sur un ruban plastique lequel est collé à la gaine;
- b) un ruban métallique contrecollé sur un ruban plastique et un fil de continuité en cuivre revêtu, divisé ou nu, au moyen duquel le ruban métallique est en contact avec le fil de continuité;
- c) une tresse en cuivre nu ou revêtu;
- d) un ruban métallique contrecollé sur un ruban plastique et une tresse en métal nu ou revêtu;
- e) un ruban métallique nu;
- f) un tube métallique.

Il convient de prendre des précautions lorsque des métaux différents se trouvent en contact. Des revêtements ou autres méthodes de protection peuvent être nécessaires pour empêcher les interactions galvaniques.

Un matelas de protection (rubané ou extrudé) peut être appliqué sous et/ou sur le blindage.

2.2.8 Gaine

Lorsqu'une gaine est prescrite, elle doit avoir des performances adéquates en tenue mécanique et élastique.

- a pair consisting of two insulated conductors twisted together and designated wire "a" and wire "b", or
- a quad consisting of four insulated conductors twisted together and designated wire "a", wire "c", wire "b" and wire "d" in order of rotation.

The choice of the maximum average length of lay in the finished cable shall be made with respect to the specified crosstalk requirements, handling performance and the pair or quad integrity.

NOTE Forming the element with a variable lay can lead to the infrequent but acceptable occurrence of the maximum lay being longer than the one that may be specified.

2.2.5 Screening of the cable element

If a screen is required over the pair or quad, it may consist of the following:

- a) a metallic tape laminated to a plastic tape;
- b) a metallic tape laminated to a plastic tape and a metal-coated or solid drain wire whereby the metal tape is in contact with the drain wire;
- c) plain or metal-coated copper braid;
- d) a metallic tape laminated to a plastic tape and a metal-coated or plain braid.

Care should be taken when putting dissimilar metals in contact with each other. Coatings or other methods of protection may be necessary to prevent galvanic interaction.

A protective buffer (wrapped or extruded) may be applied under and/or over the screen.

2.2.6 Cable make-up

The cable elements may be laid up in concentric layers or in unit construction. The cable core may be protected by a layer (wrappings of a non-hygroscopic tape or extruded).

NOTE Fillers may be used to maintain a circular formation.

2.2.7 Screening of the cable core

The cable core may be screened by

- a) a metallic tape laminated to a plastic tape which is bonded to the sheath;
- b) a metallic tape laminated to a plastic tape and a metal-coated, stranded or plain metallic drain wire whereby the metal tape is in contact with the drain wire;
- c) plain or metal-coated copper braid;
- d) a metallic tape laminated to a plastic tape and a metal-coated or plain metallic braid;
- e) plain metallic tape;
- f) a metallic tube.

Care should be taken when putting dissimilar metals in contact with each other. Coatings or other methods of protection may be necessary to prevent galvanic interaction.

A protective buffer (wrapped or extruded) may be applied under and/or over the screen.

2.2.8 Sheath

Where a sheath is required, it shall have adequate mechanical strength and elasticity.

La gaine doit être continue avec une épaisseur aussi uniforme que possible. L'épaisseur minimale de la gaine doit être déterminée conformément à la méthode spécifiée en 2.2.1.2 de la CEI 60189-1.

La gaine doit s'appliquer étroitement à l'âme du câble. Dans le cas des câbles blindés, la gaine ne doit pas adhérer au blindage sauf lorsqu'elle est intentionnellement collée dessus.

2.2.9 Couleur de la gaine

La couleur de la gaine peut être prescrite dans la spécification particulière correspondante.

2.3 Identification

2.3.1 Marquage du câble

Sauf spécification contraire, chaque longueur de câble doit indiquer le nom du fabricant et, lorsque prescrit, l'année de fabrication, en utilisant l'une des méthodes suivantes:

- a) filin ou rubans colorés;
- b) ruban imprimé;
- c) repères imprimés sur le revêtement de l'assemblage;
- d) marquage sur la gaine.

Des marquages supplémentaires peuvent être demandés sur la gaine comme indiqué dans la spécification particulière appropriée.

2.3.2 Etiquetage

Des informations doivent être données soit sur une étiquette attachée à chaque longueur du câble terminé, soit à l'extérieur de l'emballage, comme suit:

- a) type de câble;
- b) nom du fabricant ou logo;
- c) année de fabrication;
- d) longueur du câble en mètres.

2.4 Câble terminé

Le câble terminé doit être protégé de façon adéquate pour le stockage et le transport.

3 Méthodes d'essai

3.1 Remarques générales

Sauf indications contraires, tous les essais doivent être réalisés dans les conditions spécifiées par la CEI 60068.

3.2 Essais électriques

Les essais électriques sont effectués conformément à la CEI 61156-1. La spécification intermédiaire appropriée donne les essais applicables.

The sheath shall be continuous, having a thickness as uniform as possible. The minimum thickness of the sheath shall be determined in accordance with the method specified in 2.2.1.2 of IEC 60189-1.

The sheath shall be applied to fit closely to the core of the cable. In the case of screened cables, the sheath shall not adhere to the screen except when it is intentionally bonded to it.

2.2.9 Colour of sheath

The colour of the sheath may be specified in the relevant detail cable specification.

2.3 Identification

2.3.1 Cable marking

Unless otherwise specified, each length of cable shall bear the name of the manufacturer and, when required, the year of manufacture, using one of the following methods:

- a) coloured threads or tapes;
- b) printed tape;
- c) printing on the core wrappings;
- d) marking on the sheath.

Additional markings may be required on the sheath as indicated in the relevant detail cable specification.

2.3.2 Labelling

Information shall be given either on a label attached to each length of finished cable or on the outside of the product packaging, as follows:

- a) type of cable;
- b) manufacturer's name or logo;
- c) year of manufacture;
- d) length of cable in metres.

2.4 Finished cable

The finished cable shall be adequately protected for storage and shipment.

3 Test methods

3.1 General remarks

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the conditions specified in IEC 60068.

3.2 Electrical tests

Electrical tests are performed according to IEC 61156-1. The relevant sectional specification gives the applicable tests.

3.3 Essais mécaniques et dimensionnels

3.3.1 Mesures dimensionnelles

Les mesures d'épaisseur et de diamètre doivent être effectuées conformément à l'Article 8 de la CEI 60811-1-1.

3.3.2 Allongement à la rupture du conducteur

La méthode de mesure de l'allongement à la rupture du conducteur est spécifiée en 3.3 de la CEI 60189-1.

3.3.3 Résistance à la traction de l'enveloppe isolante

Lorsqu'applicable, la mesure de la résistance à la traction de l'enveloppe isolante est effectuée conformément à 9.1.7 de la CEI 60811-1-1.

3.3.4 Allongement à la rupture de la gaine

La méthode de mesure de l'allongement à la rupture de la gaine plastique est spécifiée en 9.2.7 de la CEI 60811-1-1.

3.3.5 Résistance à la traction de la gaine

La méthode de mesure de résistance à la traction de la gaine plastique est spécifiée en 9.2.7 de la CEI 60811-1-1.

3.3.6 Essai d'écrasement du câble

3.3.6.1 Objet

Déterminer l'aptitude d'un câble à résister à une charge transversale (ou à une force) appliquée en un endroit quelconque du câble.

3.3.6.2 Procédure

L'essai est effectué à 1 m de l'extrémité extérieure d'une longueur de câble de 100 m.

Une force (F), comme indiqué dans la spécification du câble appropriée, doit être appliquée graduellement sans changement brusque pendant une durée de 2 min. Si l'application de la charge se fait par accroissements, les échelons ne doivent pas dépasser un rapport de 1,5.

3.3 Mechanical and dimensional measurement tests

3.3.1 Measurement of dimensions

The measurement of thickness and diameter shall be carried out in accordance with Clause 8 of IEC 60811-1-1.

3.3.2 Elongation at break of the conductor

The method of measuring the elongation at break of the conductor is specified in 3.3 of IEC 60189-1.

3.3.3 Tensile strength of the insulation

When applicable, the measurement of the tensile strength of the insulation is performed in accordance with 9.1.7 of IEC 60811-1-1.

3.3.4 Elongation at break of the sheath

The method of measuring the elongation at break of the plastic sheath is specified in 9.2.7 of IEC 60811-1-1.

3.3.5 Tensile strength of the sheath

The method of measuring the tensile strength of the plastic sheath is specified in 9.2.7 of IEC 60811-1-1.

3.3.6 Crush test of the cable

3.3.6.1 Object

To determine the ability of a cable to withstand a transverse load (or a force) applied to any part of the cable.

3.3.6.2 Procedure

The test is performed at 1 m from the near end of a 100 m length of cable.

The load (F) as indicated in the relevant cable specification shall be applied gradually without any abrupt change for a duration of 2 min. If incremental loading is used the steps shall not exceed a ratio of 1,5.

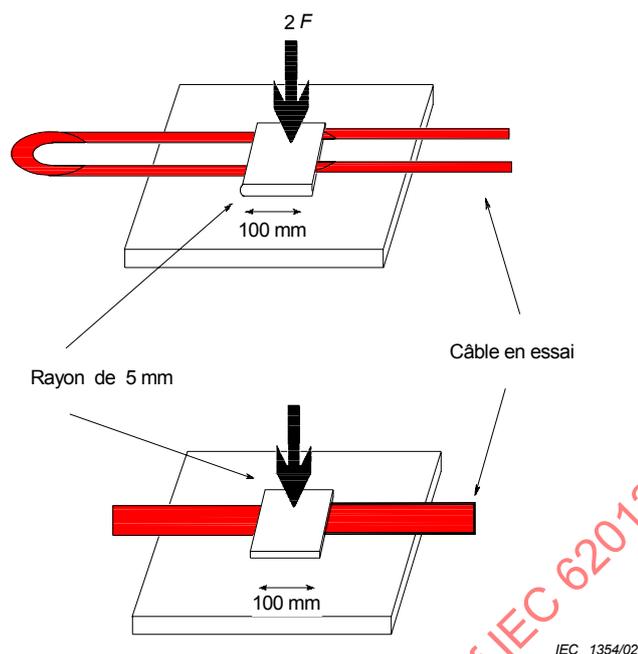


Figure 1 – Appareillage pour essai d'écrasement sur câble

3.3.6.3 Exigences

Pendant l'essai, les caractéristiques de transmission doivent être dans les limites prescrites dans la spécification particulière.

La spécification particulière peut, en complément, indiquer d'autres essais à effectuer.

3.3.6.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- Valeur de la force F .
- Distance de la zone d'essai à l'accès d'essai.
- Essais électriques et leurs exigences.

3.3.7 Courbure sous tension

3.3.7.1 Objet

Déterminer l'aptitude d'un câble à résister à un certain nombre de courbures alternées.

3.3.7.2 Procédure

L'essai est effectué sur les premiers 10 m de l'extrémité extérieure d'une longueur de 100 m de câble.

Le câble est soumis à un certain nombre de courbures alternées en utilisant un aménagement de traction aller et retour sur sa longueur entière. Le rayon des deux poulies doit être en conformité avec le rayon de courbure dynamique minimal du câble, comme indiqué dans la spécification particulière appropriée. Les poulies doivent être positionnées de sorte que l'angle de courbure sur chaque poulie soit supérieur à 90° comme montré sur la Figure 2.

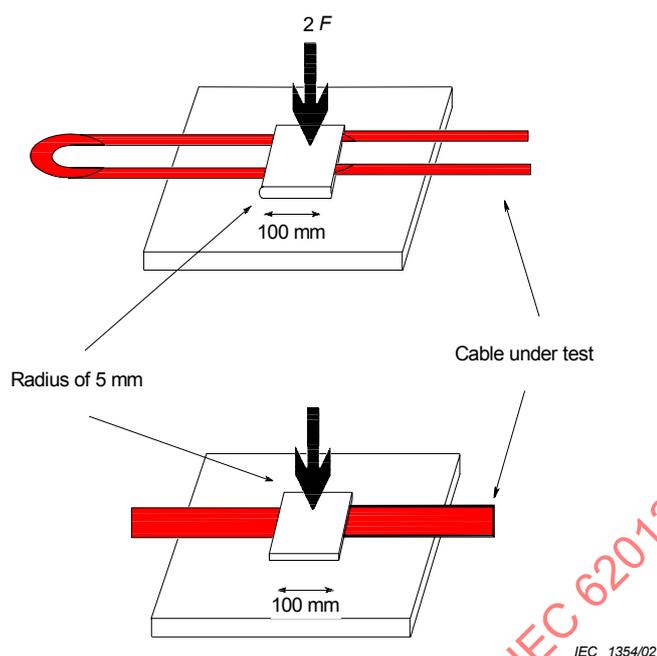


Figure 1 – Fixture for cable crushing test

3.3.6.3 Requirements

During the test, the transmission characteristics shall be within the limiting values specified in the detail specification.

The detail specification may, in addition, indicate other tests to be performed.

3.3.6.4 Information to be given in the detail specification

- Value of the force F .
- Distance from the test region to the test port.
- Electrical tests and their requirements.

3.3.7 Bending under tension

3.3.7.1 Object

To determine the ability of a cable to withstand a number of reverse bends.

3.3.7.2 Procedure

The test is performed on the first 10 m from the near end of a 100 m length of cable.

The cable is subjected to a certain number of reverse bends using a pulling "go and return" arrangement over its entire length. The radius of the two pulleys shall be in accordance with the minimum dynamic bending radius of the cable as stated in the relevant detail specification. The pulleys shall be positioned so that the bending angle of the cable on each pulley is more than 90° as shown in Figure 2.

Le câble est tiré en avant et en arrière, en s'opposant à une force de freinage F_r mise en place pour assurer un contact continu entre le câble et les poulies.

Il convient que la vitesse ne soit pas inférieure à 1 m/min.

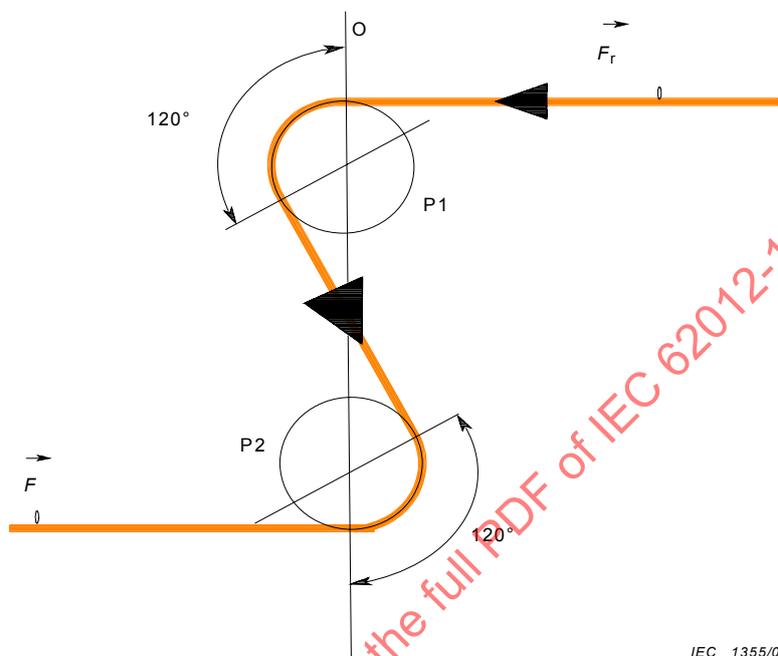


Figure 2 – Courbure sous tension

3.3.7.3 Exigences

Après l'essai, le câble ne doit présenter aucune dégradation visible et doit satisfaire aux exigences électriques.

3.3.7.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Nombre de cycles
- b) Essais électriques et limites prescrites à appliquer

3.3.8 Comportement du câble à la traction

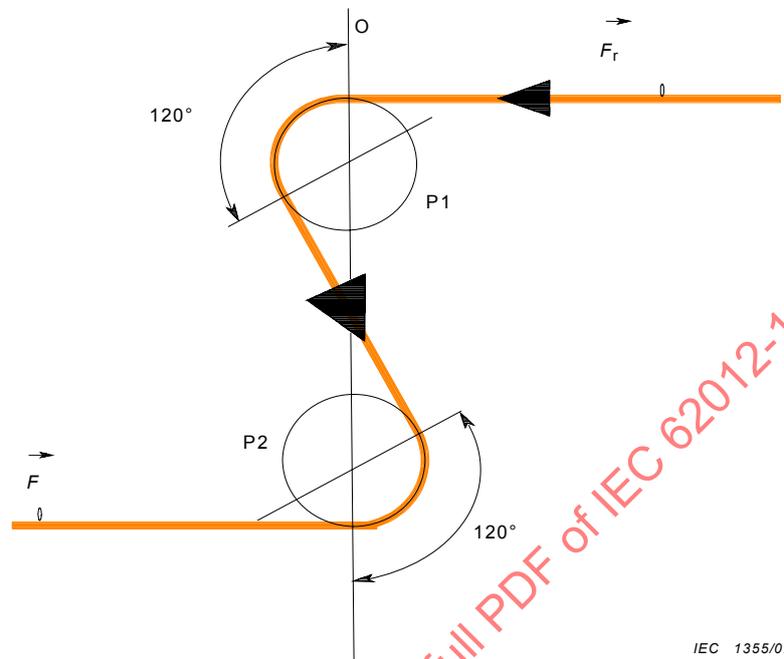
Ce paragraphe spécifie la méthode d'essai pour déterminer l'aptitude d'un câble terminé à supporter une contrainte en traction.

3.3.8.1 Equipement

L'équipement doit comprendre un banc de mesure de la résistance à la traction capable de recevoir la longueur minimale à essayer. On peut utiliser des dispositifs de transfert et une cellule dynamométrique avec une erreur maximale de $\pm 3\%$ de sa plage maximale. Il convient de veiller à ce que la méthode spécifique de fixation du câble n'affecte pas les résultats (voir Figure 3).

The cable is pulled forwards and backwards against a restraining force F_r which is set to ensure continuous contact between the cable and the pulleys.

The speed should not be less than 1 m/min.



IEC 1355/02

Figure 2 – Bending under tension

3.3.7.3 Requirements

After the test, the cable shall show no visual damage and the electrical requirements shall be satisfied.

3.3.7.4 Information to be given in the detail specification

- Number of cycles.
- Electrical tests and their required limits to be applied.

3.3.8 Tensile performance of the cable

This subclause specifies the method of test to determine the ability of a finished to withstand a tensile load.

3.3.8.1 Equipment

The equipment shall consist of a tensile strength measuring apparatus that is able to accommodate the minimum length to be tested. Transfer devices may be used and a load cell with a maximum error of $\pm 3\%$ of its maximum range. Care should be taken that the specific method of clamping the cable should not affect the results (see Figure 3).

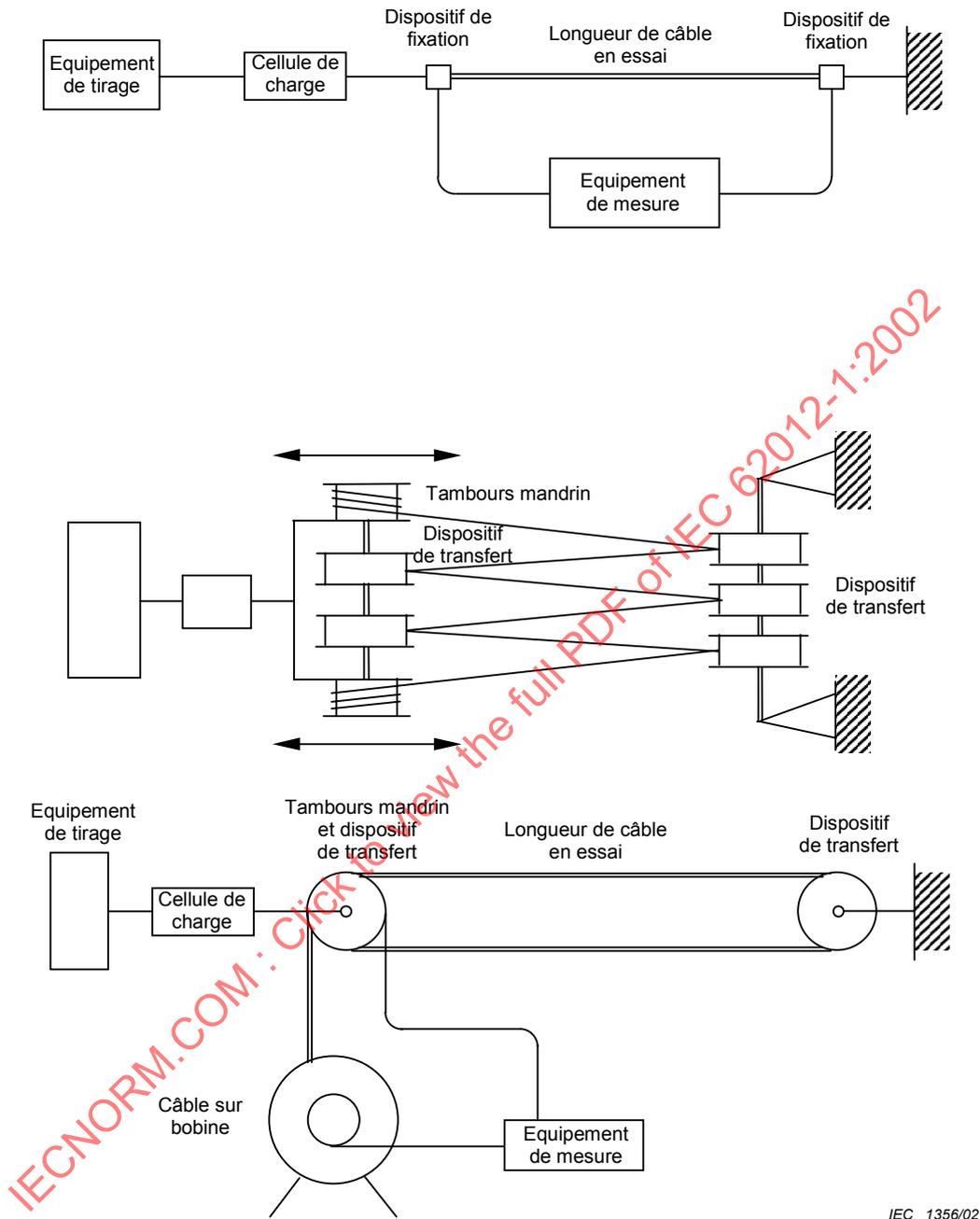


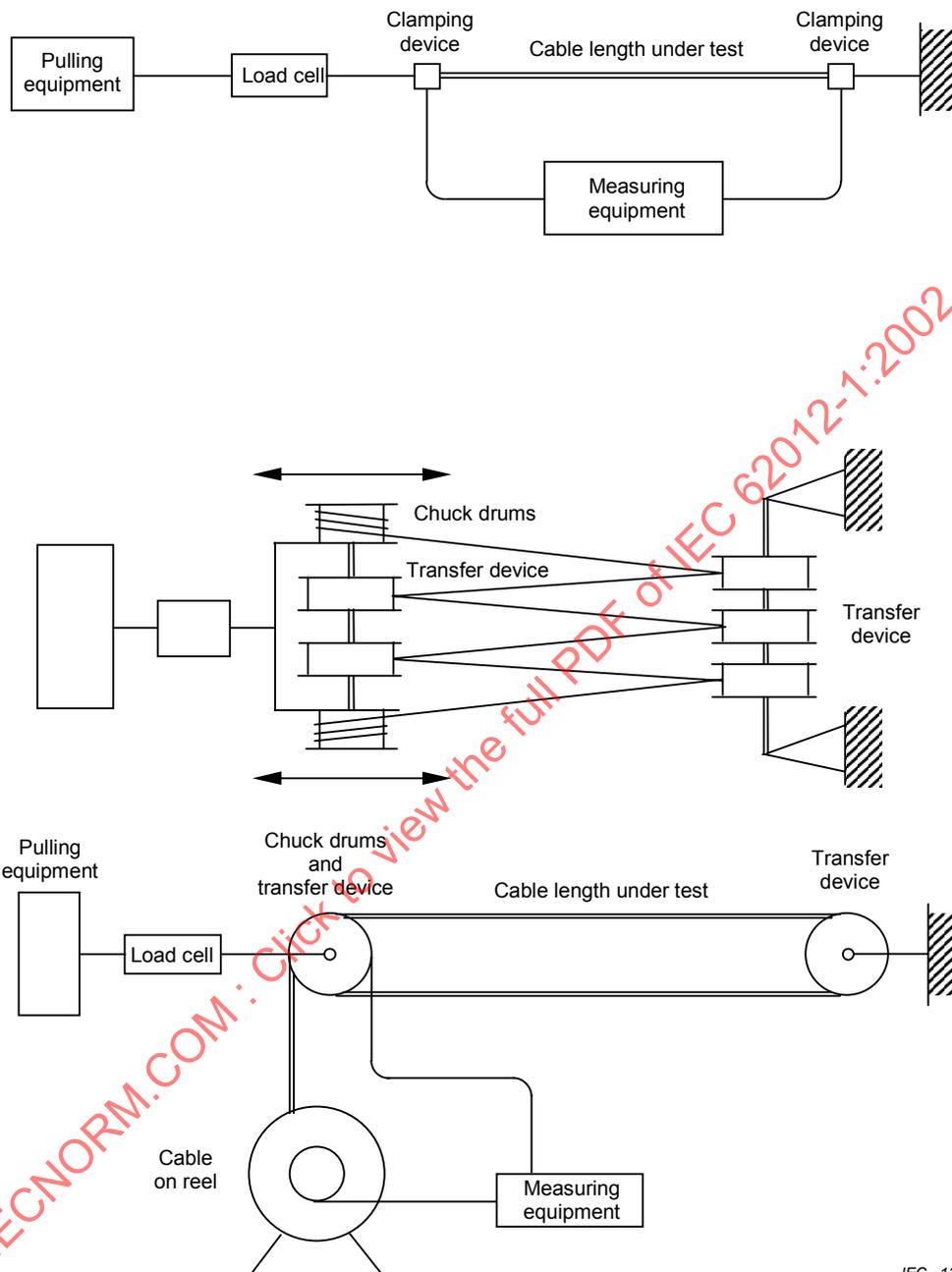
Figure 3 – Appareillage de mesure du comportement du câble à la traction

3.3.8.2 Température d'essai

Sauf spécification contraire, l'essai doit être effectué à température ambiante.

3.3.8.3 Echantillonnage

L'échantillon doit être de longueur suffisante pour effectuer l'essai prescrit.



IEC 1356/02

Figure 3 – Tensile performance measuring apparatus

3.3.8.2 Test temperature

Unless otherwise specified, the test shall be carried out at ambient temperature.

3.3.8.3 Sampling

The sample shall be of a length sufficient to carry out the test specified.

3.3.8.4 Procédure

- a) Charger le câble sur l'appareillage de traction et le fixer. Il faut utiliser aux deux extrémités de l'appareillage de traction une méthode de fixation du câble qui bloque celui-ci de manière uniforme, de telle sorte que tous ses composants soient restreints dans leur mouvement. Pour la plupart des constructions de câble, une fixation sur les éléments de câble est réalisable.
- b) Relier le câble soumis à l'essai de traction à l'appareillage de mesure.
- c) La tension doit être augmentée de manière continue jusqu'à la valeur prescrite indiquée dans la spécification particulière.

3.3.8.5 Exigences

Après l'essai, les caractéristiques d'affaiblissement doivent être dans les limites prescrites dans la spécification particulière.

3.3.8.6 Détails à spécifier

- Longueur du câble et longueur sous tension.
- Contrainte en traction.
- Préparation d'extrémité.
- Vitesse d'augmentation de tension.
- Précision minimale pour la mesure de la longueur du câble, lorsque applicable.
- Température.

3.4 Essais d'environnement

3.4.1 Retrait de l'enveloppe isolante

La méthode de mesure du retrait de l'enveloppe isolante est spécifiée à l'Article 10 de la CEI 60811-1-3.

3.4.2 Vibration

3.4.2.1 Procédure

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Fc de la CEI 60068-2-6, comme spécifié en 9.3.3 de la CEI 61169-1 qui inclut des détails sur la surveillance de la continuité et sur l'information qu'il convient de donner dans les spécifications intermédiaires et particulières applicables.

3.4.2.2 Sévérité

La sévérité en vibration doit être définie par une combinaison de trois paramètres: plage de fréquence, amplitude de vibration et durée en terme de nombre de cycles. La spécification applicable doit choisir la prescription applicable pour chaque paramètre parmi les valeurs recommandées suivantes:

Plage de fréquences de balayage:	10 Hz – 150 Hz
	10 Hz – 500 Hz
	10 Hz – 2 000 Hz

Amplitude de vibration:

L'amplitude de vibration doit être spécifiée au-dessous de 57 Hz à 62 Hz et à des fréquences plus élevées l'amplitude de l'accélération doit être spécifiée (voir Tableau 1).

Tableau 1 – Exigences pour essai de vibration

Amplitude du déplacement mm	Accélération m/s ²	Amplitude g
0,75	98	10
1,0	147	15
1,5	196	20

Durée:

Nombre de cycles de balayage sur chaque axe: 2, 5, 10 ou 20.

3.4.2.3 Exigences

A la fin de la période de récupération, le câble doit satisfaire, sauf spécification contraire dans la spécification particulière, aux exigences des essais suivants.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Epreuve de tension.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Inspection visuelle.

La mesure de la résistance d'isolement et l'épreuve de tension doivent être effectuées dans les 30 min de l'expiration de la période de récupération.

3.4.2.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Sévérité de l'essai.
- b) Essais électriques effectués immédiatement après le conditionnement et après la période de récupération et leurs exigences.

3.4.3 Secousses

3.4.3.1 Procédure

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Eb de la CEI 60068-2-29.

3.4.3.2 Sévérité

Sauf spécification contraire dans la spécification intermédiaire ou dans la spécification particulière applicable, la sévérité doit être choisie parmi l'une des valeurs recommandées suivantes:

Nombre de secousses: 1 000 ± 10.

3.4.3.3 Exigences

A la fin de la période de récupération, le câble doit satisfaire, sauf spécification contraire dans la spécification particulière, aux exigences des essais suivants.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Epreuve de tension.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Inspection visuelle.

Table 1 – Requirement for vibration

Displacement amplitude mm	Acceleration m/s ²	Amplitude g
0,75	98	10
1,0	147	15
1,5	196	20

Duration:

Number of swept cycles in each axis: 2, 5, 10 or 20.

3.4.2.3 Requirements

At the conclusion of the recovery period the cable shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof.
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

The insulation resistance measurement and the voltage proof shall be carried out within 30 min of expiry of the recovery period.

3.4.2.4 Information to be given in the detail specification

- a) Severity of the test.
- b) Electrical checks made immediately after conditioning and after the recovery period and their requirements.

3.4.3 Bump

3.4.3.1 Procedure

This test shall be carried out in accordance with test Eb of IEC 60068-2-29.

3.4.3.2 Severities

Unless otherwise required in the sectional or relevant detail specification the following recommended severity shall be selected:

Number of bumps: 1 000 ± 10.

3.4.3.3 Requirements

At the conclusion of the recovery period the cable shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof.
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

La mesure de la résistance d'isolement et l'épreuve de tension doivent être effectuées dans les 30 min de l'expiration de la période de récupération.

3.4.3.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Sévérité de l'essai
- b) Essais électriques effectués immédiatement après le conditionnement et après la période de récupération et leurs exigences.

3.4.4 Chocs

3.4.4.1 Procédure

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Ea de la CEI 60068-2-27.

3.4.4.2 Sévérité

Sauf spécification contraire dans la spécification intermédiaire ou dans la spécification particulière applicable, l'une des formes d'impulsions recommandées données au Tableau 2 doit être choisie. La sévérité des chocs est donnée par une combinaison de l'accélération de crête et de la durée de l'impulsion nominale.

Tableau 2 – Sévérité pour l'essai de chocs

Variation correspondante de vitesse		Accélération de crête	Durée correspondante d'impulsion		
			Dent de scie à pointe finale	Semi-sinusoidale	Trapézoïdale
m/s ²	g	g	m/s	m/s	m/s
147	15	11	0,81	1,03	1,46
294	30	18	2,65	3,37	4,77
490	50	11	2,69	3,43	4,86
981	100	6	2,94	3,74	5,30
4 900	500	1	2,45	3,12	4,42
14 700	1 500	0,5	3,68	4,68	6,62

3.4.4.3 Exigences

A la fin de la période de récupération, le câble doit satisfaire, sauf indication contraire dans la spécification particulière, les exigences des essais suivants.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Epreuve de tension.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Inspection visuelle.

La mesure de la résistance d'isolement et l'épreuve de tension doivent être effectuées dans les 30 min de l'expiration de la période de récupération.

The insulation resistance measurement and the voltage proof shall be carried out within 30 min of expiry of the recovery period.

3.4.3.4 Information to be given in the detail specification

- a) Severity of the test.
- b) Electrical checks made immediately after conditioning and after the recovery period and their requirements.

3.4.4 Shock

3.4.4.1 Procedure

This test shall be carried out in accordance with test Ea of IEC 60068-2-27.

3.4.4.2 Severities

Unless otherwise required in the sectional or relevant detail specification one of the recommended pulse shapes given in Table 2 shall be selected. The shock severity is given by a combination of the peak acceleration and the duration of the nominal pulse.

Table 2 – Shock severities

Corresponding velocity change		Peak acceleration	Corresponding duration of pulse		
			Final peak sawtooth	Half sine	Trapezoidal
m/s ²	g	g	m/s	m/s	m/s
147	15	11	0,81	1,03	1,46
294	30	18	2,65	3,37	4,77
490	50	11	2,69	3,43	4,86
981	100	6	2,94	3,74	5,30
4 900	500	1	2,45	3,12	4,42
14 700	1 500	0,5	3,68	4,68	6,62

3.4.4.3 Requirements

At the conclusion of the recovery period the cable shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof.
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

The insulation resistance measurement and the voltage proof shall be carried out within 30 min of expiry of the recovery period.

3.4.4.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Sévérité de l'essai.
- b) Essais électriques effectués immédiatement après le conditionnement et après la période de récupération et leurs exigences.

3.4.5 Réaction au feu

3.4.5.1 Caractéristiques de propagation de la flamme sur un câble isolé

La méthode de mesure de la tenue du câble à la flamme est spécifiée dans la CEI 60332-1. Quand cette méthode ne convient pas pour un petit câble, qui peut fondre à la flamme, le câble doit être essayé selon la CEI 60332-2.

3.4.5.2 Caractéristiques de propagation de la flamme sur câbles en nappes

La méthode de mesure de tenue à la flamme de câbles en nappes est spécifiée dans la série des publications CEI 60332-3.

3.4.5.3 Méthode intégrée d'essai horizontal au feu

La méthode intégrée d'essai horizontal au feu est spécifiée dans l'Annexe A.

3.4.6 Caractéristiques de résistance au feu sur un câble isolé

3.4.6.1 Objet

Cet article spécifie les exigences relatives au maintien de l'intégrité du circuit dans des conditions de feu et décrit les méthodes retenues pour atteindre ce but. Le maintien de l'intégrité du circuit tel qu'estimé sur la base de cette norme tient compte des exigences de fonctionnement de l'application ou du câblage considérés.

3.4.6.2 Maintien du comportement en transmission

L'intégrité du circuit est jugée maintenue si le changement des caractéristiques de transmission données au Tableau 3 reste dans la marge admise pour l'utilisation envisagée suivant la longueur soumise à la procédure d'essai au feu spécifiée en 3.4.6.4.

Tableau 3 – Caractéristiques à vérifier en fonction de la plage de fréquences de l'application

Plage de fréquences de fonctionnement pour l'application envisagée	Caractéristique à vérifier
Jusqu'à 100 kHz	Capacité mutuelle /Résistance d'isolement
Jusqu'à 2 MHz	Affaiblissement
Jusqu'à 16 MHz	Affaiblissement/Diaphonie
Jusqu'à 100 MHz	Affaiblissement/Diaphonie/RL

3.4.6.3 Classes d'intégrité du circuit

Suivant la durée pendant laquelle l'intégrité du circuit est maintenue, le système de câblage est à affecter à l'une des classes listées au Tableau 4.

3.4.4.4 Information to be given in the detail specification

- a) Severity of the test.
- b) Electrical checks made immediately after conditioning and after the recovery period and their requirements.

3.4.5 Reaction to fire

3.4.5.1 Flame propagation characteristics of a single cable

The method of measuring the burning performance of a single cable is specified in IEC 60332-1. When this method is not suitable because a small conductor may melt under the application of the flame, the cable shall be tested in accordance with IEC 60332-2.

3.4.5.2 Flame propagation characteristics of bunched cables

The method of measuring the burning performance of bunched cables is specified in IEC 60332-3 series.

3.4.5.3 Horizontal integrated fire test method

The horizontal integrated fire test method is specified in Annex A.

3.4.6 Fire resistance characteristic of a single cable

3.4.6.1 Object

This clause specifies requirements relating to the maintenance of circuit integrity under fire conditions and describes the methods taken to achieve this aim. The maintenance of circuit integrity as assessed on the basis of this standard takes into account the performance requirements of the related application or cabling.

3.4.6.2 Maintenance of transmission performance

The circuit integrity is deemed to be maintained if the changes of the transmission characteristics given in Table 3 remain within the allowed margin for the intended use according to the length subjected to the fire test procedure specified in 3.4.6.4.

Table 3 – Characteristics to be checked versus the frequency range of the application

Operating frequency range of the intended application	Characteristic to be checked
Up to 100 kHz	Mutual capacitance/Insulation resistance
Up to 2 MHz	Attenuation
Up to 16 MHz	Attenuation/Xtalk
Up to 100 MHz	Attenuation/Xtalk/RL

3.4.6.3 Maintenance of transmission performance classes

According to the length of time during which circuit integrity is maintained, the cable system is to be assigned to one of the classes listed in Table 4.

Tableau 4 – Classes E d'intégrité du circuit

Classes d'intégrité du circuit	Temps minimal de maintien de l'intégrité du circuit min
E 30	30 ou plus
E 60	60 ou plus
E 90	90 ou plus

3.4.6.4 Procédure

A 10 m de son extrémité libre, 10 m de câble sont déposés sur un plateau métallique calibré pour ajuster le rayon de courbure minimal du câble en essai avec la dimension du four. Les détails sur le plateau sont à donner dans la spécification particulière.

Le plateau calibré est placé dans le four de la série des publications CEI 60332-3 lorsque cela est possible. Pour les gros câbles, l'équipement d'essai défini par la CEI 61034-1 doit être utilisé.

Les conditions de feu sont définies dans la série des publications CEI 60332-3.

Les extrémités du câble doivent être équipées de connecteurs appropriés pour effectuer les essais dans de bonnes conditions.

3.4.6.5 Exigences

Pendant l'essai, les exigences électriques doivent être satisfaites.

3.4.6.6 Informations à donner dans la spécification applicable

- a) Longueur totale du câble soumis au feu.
- b) Essais électriques et limites prescrites à appliquer.

3.4.7 Dégagement de gaz halogénés

La méthode de mesure de dégagement des gaz halogénés est spécifiée dans la CEI 60754-1.

3.4.8 Emission de fumées

La méthode de mesure de la quantité de fumées émises est spécifiée dans la CEI 61034-2.

3.4.9 Emission de gaz toxiques

A l'étude.

3.5 Essais en température**3.5.1 Séquence climatique****3.5.1.1 Procédure**

L'essai doit être effectué suivant 9.4.2 de CEI 61169-1. Le câble doit être enroulé sur un mandrin de rayon égal au rayon de courbure statique minimal du câble. Le nombre de tours complets doit être de trois, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

Table 4 – Circuit integrity classes E

Circuit integrity classes	Minimum time of maintained circuit integrity min
E 30	30 or more
E 60	60 or more
E 90	90 or more

3.4.6.4 Procedure

At 10 m from its free end, 10 m of the cable are laid down on a metallic tray jig to accommodate the minimum bending radius of the cable under test with the size of the furnace. The details of the tray have to be given in the detail specification.

The jig is placed into the IEC 60332-3 series furnace when it is possible. For large cables, the test equipment defined by IEC 61034-1 shall be used.

Fire conditions are defined in IEC 60332-3 series.

The ends of the cable shall be equipped with suitable connectors to perform the required tests in good conditions.

3.4.6.5 Requirements

During the test, the electrical requirements shall be satisfied.

3.4.6.6 Information to be given in the relevant specification

- a) Total length of the cable subjected to the fire.
- b) Electrical tests and their required limits to be applied.

3.4.7 Halogen gas evolution

The method of measuring the evolution of halogen gas is specified in IEC 60754-1.

3.4.8 Smoke generation

The method of measuring the amount of smoke generated is specified in IEC 61034-2.

3.4.9 Toxic gas emission

Under consideration.

3.5 Temperature tests**3.5.1 Climatic sequence****3.5.1.1 Procedure**

The test shall be performed in accordance with 9.4.2 of IEC 61169-1. The cable shall be wound on a mandrel of minimum static bending radius. The number of full turns shall be three, unless otherwise specified in the detail specification.

3.5.1.2 Sévérité

Sauf spécification contraire dans la spécification intermédiaire ou dans la spécification particulière applicable, la sévérité doit être choisie parmi l'une des valeurs recommandées suivantes:

Basse température:	–40 °C; –55 °C
Haute température:	+70 °C; +85 °C; +125 °C; +155 °C; +200 °C
Durée:	4, 10, 21 ou 56 jours

3.5.1.3 Exigences

A la fin de la période de récupération, le câble doit satisfaire, sauf indication contraire dans la spécification particulière, aux exigences des essais suivants.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Epreuve de tension.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Inspection visuelle.

La mesure de la résistance d'isolement et l'épreuve de tension doivent être effectuées dans les 30 min de l'expiration de la période de récupération.

3.5.1.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Sévérité de chaque étape de la séquence climatique.
- b) Nombre de tours sur le mandrin si autre que trois.
- c) Essais électriques faits pendant et après la séquence et leurs exigences.

3.5.2 Essai continu de chaleur humide

3.5.2.1 Procédure

Cet essai doit être effectué suivant l'essai Ca de la CEI 60068-2-3. Le câble est enroulé sur un mandrin de rayon égal au rayon de courbure statique minimal du câble. Le nombre de tours complets doit être de trois, sauf spécification contraire dans la spécification particulière.

3.5.2.2 Sévérité

Sauf spécification contraire dans la spécification intermédiaire ou dans la spécification particulière applicable, la sévérité doit être choisie parmi l'une des valeurs recommandées suivantes.

Durée: 4, 10, 21 ou 56 jours.

3.5.2.3 Exigences

A la fin de la période de récupération, le câble doit satisfaire, sauf spécification contraire dans la spécification particulière, aux exigences des essais suivants.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Preuve de tension.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Inspection visuelle.

La mesure de la résistance d'isolement et l'épreuve de tension doivent être effectuées dans les 30 min de l'expiration de la période de récupération.

3.5.1.2 Severities

Unless otherwise required in the sectional or relevant detail specification one of the following recommended severities shall be selected:

Low temperature:	–40 °C; – 55 °C
High temperature:	+70 °C; +85 °C; +125 °C; +155 °C; +200 °C
Duration:	4, 10, 21 or 56 days

3.5.1.3 Requirements

At the conclusion of the recovery period, the cable shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof.
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

The insulation resistance measurement and the voltage proof shall be carried out within 30 min of expiry of the recovery period.

3.5.1.4 Information to be given in the detail specification

- a) Severity of each step of the climatic sequence.
- b) Number of turns on the mandrel if other than three.
- c) Electrical tests made during and after the sequence and their requirements.

3.5.2 Damp heat, steady state

3.5.2.1 Procedure

This test shall be carried out in accordance with test Ca of IEC 60068-2-3. The cable is wound on a mandrel of minimum static bending radius. The number of full turns shall be three, unless otherwise specified in the detail specification.

3.5.2.2 Severities

Unless otherwise required in the sectional or relevant detail specification, one of the following recommended severities shall be selected:

Duration: 4, 10, 21 or 56 days.

3.5.2.3 Requirements

At the conclusion of the recovery period, the cable shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof.
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

The insulation resistance measurement and the voltage proof shall be carried out within 30 min of expiry of the recovery period.

3.5.2.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Sévérité de l'essai.
- b) Nombre de tours sur le mandrin si autre que trois.
- c) Essais électriques faits immédiatement après conditionnement et après période de récupération et leurs exigences.
- d) Diamètre du mandrin.

3.5.3 Variations rapides de température

3.5.3.1 Procédure

Cet essai doit être effectué conformément à l'essai Nc de la CEI 60068-2-14. La plage de températures doit être choisie conformément à l'essai de séquence climatique. Le câble doit être enroulé sur un mandrin de rayon égal au rayon de courbure statique minimal du câble. Le nombre de tours complets doit être de trois, sauf spécification contraire dans la spécification particulière.

3.5.3.2 Sévérité

Vitesse de variation: $1\text{ °C} \pm 0,2\text{ °C/min}$.

Nombre de cycles: 2, sauf spécification contraire.

3.5.3.3 Exigences

A la fin de la période de récupération, le câble doit satisfaire, sauf spécification contraire dans la spécification particulière, aux exigences des essais suivants.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Epreuve de tension.
- c) Pertes d'insertion.
- d) Inspection visuelle.

3.5.3.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- a) Températures minimale et maximale.
- b) Nombre de tours sur le mandrin si autre que trois.
- c) Essais et mesures en terminé et leurs exigences.
- d) Diamètre du mandrin.

3.5.4 Caractéristiques de résistance à la chaleur d'un câble monoconducteur

3.5.4.1 Objet

Déterminer la résistance à la chaleur d'un câble.

3.5.4.2 Procédure

Le câble est soumis à une température de 380 °C suivant la Figure 4, sauf spécification contraire dans la spécification applicable.

3.5.2.4 Information to be given in the detail specification

- a) Severity of the test.
- b) Number of turns on the mandrel if other than three.
- c) Electrical checks made immediately after conditioning and after recovery period and their requirements.
- d) Mandrel diameter.

3.5.3 Rapid change of temperature

3.5.3.1 Procedure

This test shall be carried out in accordance with test Nc of IEC 60068-2-14. The range of temperature shall be selected in accordance with the test of climatic sequence. The cable shall be wound on a mandrel of minimum static bending radius. The number of full turns shall be three, unless otherwise specified in the detail specification.

3.5.3.2 Severities

Velocity of change: $1\text{ °C} \pm 0,2\text{ °C/min}$.

Number of cycles: 2, unless otherwise specified.

3.5.3.3 Requirements

At the conclusion of the recovery period, the cable shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Voltage proof.
- c) Insertion loss.
- d) Visual inspection.

3.5.3.4 Information to be given in the detail specification

- a) Minimum and maximum temperature.
- b) Number of turns on the mandrel if other than three.
- c) Final tests and measurements and their requirements.
- d) Mandrel diameter.

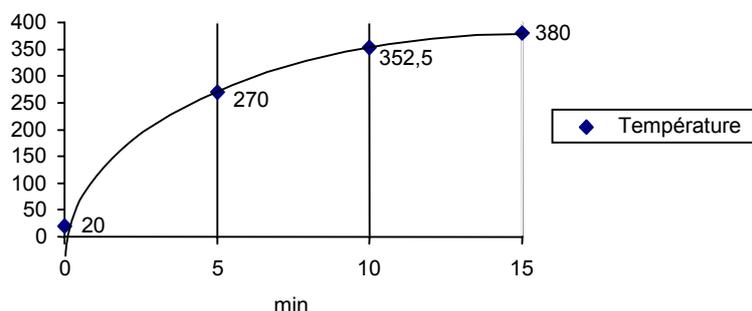
3.5.4 Temperature resistance characteristic of a single cable

3.5.4.1 Object

To determine the temperature resistance of a cable.

3.5.4.2 Procedure

The cable is subjected to a temperature of 380° in accordance with Figure 4, unless otherwise specified in the relevant specification.



IEC 1357/02

Figure 4 – Exemple de courbe de température en fonction de la durée

3.5.4.3 Exigences

Durant l'essai, les exigences électriques doivent être satisfaites.

3.5.4.4 Informations à donner dans la spécification particulière

- Longueur du câble soumis à la chaleur.
- Essais électriques et leurs limites prescrites à appliquer.
- Accroissement de température si différent de la courbe ci-dessus.

3.6 Essais chimiques

3.6.1 Solvants et fluides contaminants

3.6.1.1 Procédure

L'essai doit être effectué conformément à 9.7 de la CEI 61169-1.

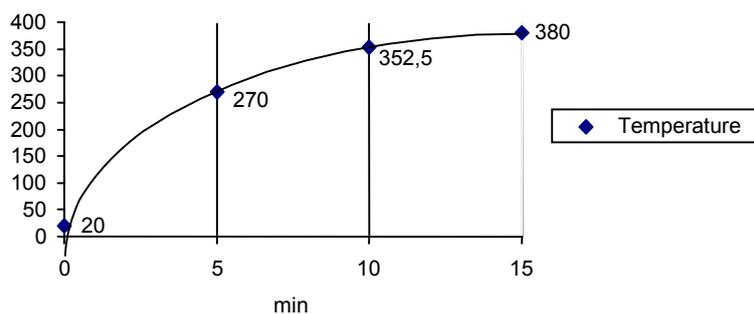
3.6.1.2 Exigences

A la fin de la période de récupération, le câble doit satisfaire, sauf spécification contraire dans la spécification particulière, les exigences des essais suivants.

- Résistance d'isolement.
- Inspection visuelle.
- Pertes d'insertion.
- Résistance à la traction et allongement de la gaine.

3.6.1.3 Informations à donner dans la spécification particulière

- Fluides de conditionnement.
- Température de séchage, si différente de 70 °C.
- Prescriptions pour résistance d'isolement et pertes d'insertion.



IEC 1357/02

Figure 4 – Example of temperature versus time

3.5.4.3 Requirements

During the test, the electrical requirements shall be satisfied.

3.5.4.4 Information to be given in the relevant specification

- Length of the cable subjected to the heat.
- Electrical tests and their required limits to be applied.
- Temperature increase if different from the above curve.

3.6 Chemical tests

3.6.1 Solvents and contaminating fluids

3.6.1.1 Procedure

The test shall be performed in accordance with 9.7 of IEC 61169-1.

3.6.1.2 Requirements

At the conclusion of the recovery period, the cable shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the detail specification.

- Insulation resistance.
- Visual inspection.
- Insertion loss.
- Tensile strength and elongation of the sheath.

3.6.1.3 Information to be given in the detail specification

- Conditioning fluids.
- Drying temperature, if different from 70 °C.
- Requirements for insulation resistance and insertion loss.

3.6.2 Essais au brouillard salin et à l'anhydride sulfureux

3.6.2.1 Procédure

Lorsque ces essais sont prescrits, ils doivent être choisis dans la série des publications CEI 60068-2. La sévérité correspondante est à donner dans la spécification particulière.

3.6.2.2 Sévérité

L'essai au brouillard salin doit être effectué conformément à l'essai Ka de la CEI 60068-2-11. La durée de l'essai doit être soit de 96 h soit de 168 h.

L'essai à l'anhydride sulfureux doit être effectué conformément à l'essai Kc de la CEI 60068-2-42. La durée de l'essai doit être de 4 jours.

3.6.2.3 Exigences

A la fin de la période de récupération, le câble doit satisfaire, sauf spécification contraire dans la spécification particulière, aux exigences des essais suivants.

- a) Résistance d'isolement.
- b) Inspection visuelle pour corrosion du conducteur et de l'écran lorsqu'il existe.
- c) Pertes d'insertion.

3.6.2.4 Informations à donner dans la spécification particulière

Exigences pour résistance d'isolement et pertes d'insertion.

3.7 Tenue aux radiations

3.7.1 Rayonnement nucléaire

Procédure pour mesurer les effets de l'irradiation gamma sur les câbles à paires et quartes symétriques.

3.7.1.1 Domaine d'application

Cette procédure d'essai décrit une méthode pour mesurer la réponse en situation permanente des câbles exposés au rayonnement gamma. Elle peut être employée pour déterminer le niveau d'affaiblissement dans les câbles induit par le rayonnement, dû à l'exposition au rayonnement gamma. Cet essai n'est pas un essai sur matériau. Si la dégradation des matériaux du câble exposés aux rayonnements est à étudier, d'autres méthodes d'essai seront prescrites.

3.7.1.2 Données de base

L'affaiblissement des câbles augmente généralement en cas d'exposition au rayonnement gamma. Cela est dû principalement au piégeage des électrons radiolytiques et des trous aux emplacements de défauts dans le diélectrique. Cette procédure d'essai se focalise sur deux régimes intéressants: le régime à débit à faible dose qui convient pour estimer l'effet du rayonnement de l'environnement général et le régime à débit à dose élevée qui convient pour estimer l'effet d'un environnement nucléaire hostile. L'essai des effets du rayonnement de l'environnement général est réalisé par le biais d'une mesure d'affaiblissement. La récupération peut se produire sur une plage de temps étendue allant de 10^{-2} s à 10^4 s. Cela complique la caractérisation de l'affaiblissement induit par le rayonnement puisque l'affaiblissement dépend de plusieurs variables incluant la température de l'environnement de l'essai, la configuration de l'échantillon, la dose totale et le débit de dose appliqués au câble.

3.6.2 Salt mist and sulphur dioxide tests

3.6.2.1 Procedure

The tests shall be selected from IEC 60068-2 series. Severities are to be given in the detail specification.

3.6.2.2 Severities

The salt mist test shall be carried out in accordance with test Ka of IEC 60068-2-11. The duration of the test shall be either 96 h or 168 h.

The sulphur dioxide test shall be carried out in accordance with test Kc of IEC 60068-2-42. The duration of the test shall be 4 days.

3.6.2.3 Requirements

At the conclusion of the recovery period the cable shall comply with the requirements of the following tests, unless otherwise specified in the detail specification.

- a) Insulation resistance.
- b) Visual inspection for corrosion of the conductor and screen when present.
- c) Insertion loss.

3.6.2.4 Information to be given in the detail specification

Requirements for insulation resistance and insertion loss.

3.7 Radiation tests

3.7.1 Nuclear radiation

Procedure for measuring gamma irradiation effects in symmetrical pair/quad cables.

3.7.1.1 Scope

This test procedure outlines a method for measuring the steady-state response of cables exposed to gamma radiation. It can be employed to determine the level of radiation-induced attenuation produced in cables, due to exposure to gamma radiation. This test is not a material test. If degradation of cable materials exposed to irradiation has to be studied, other test methods will be required.

3.7.1.2 Background

The attenuation of cables generally increases when exposed to gamma radiation. This is primarily due to the trapping of radiolytic electrons and holes at defect sites in the dielectric. This test procedure focuses on two regimes of interest: the low dose-rate regime suitable for estimating the effect of environmental background radiation, and the high dose-rate regime suitable for estimating the effect of adverse nuclear environments. The testing of the effects of environmental background radiation is achieved with an attenuation measurement approach. Recovery may occur over a wide range of time scales ranging from 10^{-2} s to 10^4 s. This complicates the characterization of radiation-induced attenuation since the attenuation depends on many variables including the temperature of the test environment, the configuration of the sample, the total dose and the dose rate applied to the cable.

3.7.1.3 Avertissement

Des règlements stricts et des installations de protection appropriées doivent être adoptées dans le laboratoire pour cet essai.

3.7.1.4 Equipement d'essai

3.7.1.4.1 Source de rayonnement

3.7.1.4.1.1 Essai de fond naturel de rayonnement d'environnement

Une source à ^{60}Co ou une source ionisante équivalente doit être utilisée pour fournir le rayonnement gamma à débit de faible dose de 20 rad/h.

3.7.1.4.1.2 Essai d'environnements nucléaires hostiles

Une source à ^{60}Co ou plusieurs sources ionisantes équivalentes doivent être utilisées pour fournir le rayonnement gamma à un débit de dose voulu s'étendant de 5 rad/s à 250 rad/s.

3.7.1.4.2 Dosimètre de rayonnement

Des détecteurs thermoluminescents à cristal LiF ou CaF (TLD) doivent être utilisés pour mesurer la dose totale de rayonnement reçue par l'éprouvette.

3.7.1.4.3 Récipient équilibré en température

Sauf spécification contraire, le récipient équilibré en température doit être capable de maintenir la température spécifiée dans les ± 2 °C.

3.7.1.4.4 Touret d'essai

Le touret d'essai ne doit pas se comporter comme un écran ou un collecteur pour le rayonnement utilisé dans cet essai.

3.7.1.5 Echantillon en essai

L'éprouvette doit être un échantillon représentatif du câble décrit dans la spécification particulière et doit être d'une contenance minimale de 4 paires.

Sauf spécification contraire dans la spécification particulière, la longueur de l'échantillon en essai doit être de 100 m. Une longueur minimale aux extrémités de l'échantillon en essai (typiquement 5 m) doit demeurer à l'extérieur de la chambre d'essai et doit servir à connecter l'équipement d'essai. La longueur irradiée de l'échantillon en essai doit être relevée.

3.7.1.6 Procédure d'essai

3.7.1.6.1 Etalonnage de la source de rayonnement

L'étalonnage de la source de rayonnement pour le niveau et l'uniformité de dose doit être effectué avant que l'échantillon en essai soit installé dans la chambre. Quatre TLD doivent être placés dans la zone d'exposition et le centre des TLD doit être placé où sera placé l'axe du touret en essai. (Quatre TLD sont utilisés pour avoir une valeur moyenne représentative.) Une dose égale ou supérieure à la dose de l'essai présent doit être utilisée pour étalonner le système. Pour maintenir la précision la plus élevée possible dans la mesure de la dose d'essai, les TLD ne doivent pas être utilisés plus d'une fois.

3.7.1.6.2 Essai de fond naturel de rayonnement d'environnement

Les procédures pour mesurer l'affaiblissement de l'échantillon en essai avant et après l'exposition à la source de rayonnement gamma sont décrites ci-dessous.

3.7.1.3 Caution

Strict regulations and suitable protective facilities shall be adopted in the laboratory for this test.

3.7.1.4 Test equipment

3.7.1.4.1 Radiation source

3.7.1.4.1.1 Testing of environmental background radiation

A ^{60}Co or equivalent ionizing source shall be used to deliver gamma radiation at a low dose rate of 20 rad/h.

3.7.1.4.1.2 Testing of adverse nuclear environments

A ^{60}Co or equivalent ionizing source(s) shall be used to deliver gamma radiation at a desired dose rate ranging from 5 rad/s to 250 rad/s.

3.7.1.4.2 Radiation dosimeter

Thermoluminescent LiF or CaF crystal detectors (TLDs) shall be used to measure the total radiation dose received by the specimen.

3.7.1.4.3 Temperature controlled container

Unless otherwise specified, the temperature controlled container shall have the capability of maintaining the specified temperatures to within ± 2 °C.

3.7.1.4.4 Test reel

The test reel shall not act as a shield or sink for the radiation used in this test.

3.7.1.5 Test sample

The test specimen shall be a representative sample of the cable described in the detail specification and shall contain at least four pairs.

Unless otherwise specified in the detail specification, the length of the test sample shall be 100 m. A minimum length at the ends of the test sample (typically 5 m) shall reside outside of the test chamber and be used to connect the test equipment. The irradiated length of the test sample shall be reported.

3.7.1.6 Test procedure

3.7.1.6.1 Calibration of radiation source

Calibration of the radiation source for dose uniformity and level shall be made prior to the test sample being set up in the chamber. Four TLDs shall be placed in the area of exposure and the centre of the TLDs shall be placed where the axis of the test reel will be placed. (Four TLDs are used to get a representative average value.) A dose equal to, or greater than, the actual test dose shall be used to calibrate the system. To maintain the highest possible accuracy in measuring the test dose, the TLDs shall not be used more than once.

3.7.1.6.2 Environmental background radiation test

The procedures for measuring the attenuation of the test sample before and after exposure to the gamma radiation source are described below.

Le touret de câble à essayer doit être placé dans l'installation d'essai suivant la Figure 5.

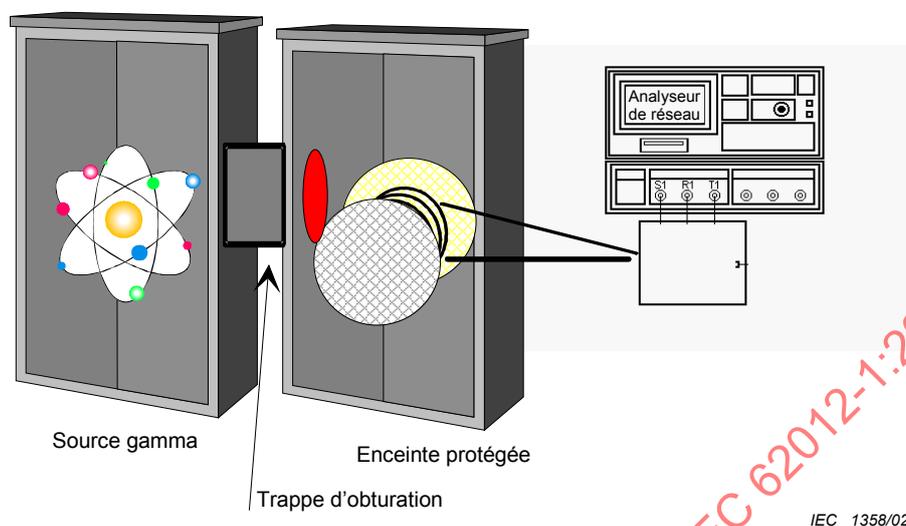


Figure 5 – Equipement d'essai pour rayonnement

L'échantillon en essai doit être préconditionné en chambre thermique à $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant 1 h avant l'essai, ou à la température d'essai pour une durée de préconditionnement spécifiée dans la spécification particulière.

Une mesure de l'affaiblissement de l'échantillon en essai doit être effectuée. L'affaiblissement A1, du câble avant exposition à la source de rayonnement gamma doit être enregistré.

Les effets du fond naturel de rayonnement d'environnement, dus à l'exposition au rayonnement gamma, doivent être déterminés en soumettant l'échantillon en essai à un débit de dose de 20 rad/h. L'échantillon en essai doit être exposé à une dose totale minimale d'au moins 100 rad.

A l'achèvement, et dans les 2 h du traitement d'irradiation, une mesure d'affaiblissement de l'échantillon en essai doit être effectuée. L'affaiblissement A2 de l'échantillon en essai après exposition à la source de rayonnement gamma doit être enregistré.

Répéter la démarche pour chacune des températures d'essai prescrites. Il sera nécessaire d'utiliser une nouvelle éprouvette non irradiée pour chaque température prescrite.

3.7.1.6.3 Essai d'environnements nucléaires hostiles

Les procédures pour mesurer l'affaiblissement de l'échantillon en essai avant, pendant et après l'exposition à la source de rayonnement gamma sont décrites ci-dessous.

Le touret de l'échantillon en essai doit être placé dans l'appareillage d'essai suivant la Figure 5.

L'échantillon en essai doit être préconditionné en chambre thermique à $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant 1 h avant l'essai, ou à la température d'essai pour une durée de préconditionnement spécifiée dans la spécification particulière.

Avant irradiation, l'affaiblissement doit être mesuré à la température d'essai spécifiée.

Un enregistreur graphique ou un dispositif approprié de mesure en continu doit être connecté au système de détection de sorte qu'une mesure en continu de l'affaiblissement puisse se faire.

Les effets hostiles dus à l'exposition au rayonnement gamma doivent être déterminés en soumettant l'échantillon en essai à au moins une des combinaisons débit de dose et niveau de dose total, spécifiées au Tableau 5 ou comme spécifié dans la spécification particulière.

Tableau 5 – Combinaisons dose totale/débit de dose

Dose totale rad (Sievert)	Débit de dose rad/s
30	0,05
100	0,50
1 000	2
10 000	2

Les niveaux de débit de dose sont des niveaux approximatifs seulement puisque les caractéristiques de la source de rayonnement changent. On peut s'attendre entre les sources à une variation en débit de dose jusqu'à $\pm 50\%$. Le temps prescrit pour allumer ou éteindre la source de rayonnement doit être $\leq 10\%$ du temps total d'exposition.

L'affaiblissement de l'échantillon en essai doit être enregistré pendant la durée du cycle d'irradiation gamma et jusqu'à 15 min après l'achèvement du traitement d'irradiation.

Répéter la démarche pour chacune des températures d'essai prescrites. Il sera nécessaire d'utiliser une nouvelle éprouvette non irradiée pour chaque température prescrite.

3.7.1.7 Calculs

La variation d'affaiblissement ΔA .

$$\Delta A = A_2 - A_1 \text{ dB}$$

où

A_1 est l'affaiblissement de l'échantillon en essai avant l'exposition au rayonnement gamma;

A_2 est l'affaiblissement de l'échantillon en essai après l'exposition au rayonnement gamma.

3.7.1.8 Informations à donner dans la spécification particulière

Les détails suivants doivent être spécifiés dans la spécification particulière.

- a) Type d'éprouvette à essayer.
- b) Diamètre du touret d'essai.
- c) Température(s) d'essai.
- d) Critères de refus ou d'acceptation.
- e) Nombre d'échantillons.
- f) Dose totale et débit de dose.
- g) Autres conditions d'essai.

The reel of cable to be tested shall be placed in the test set-up in accordance with Figure 5.

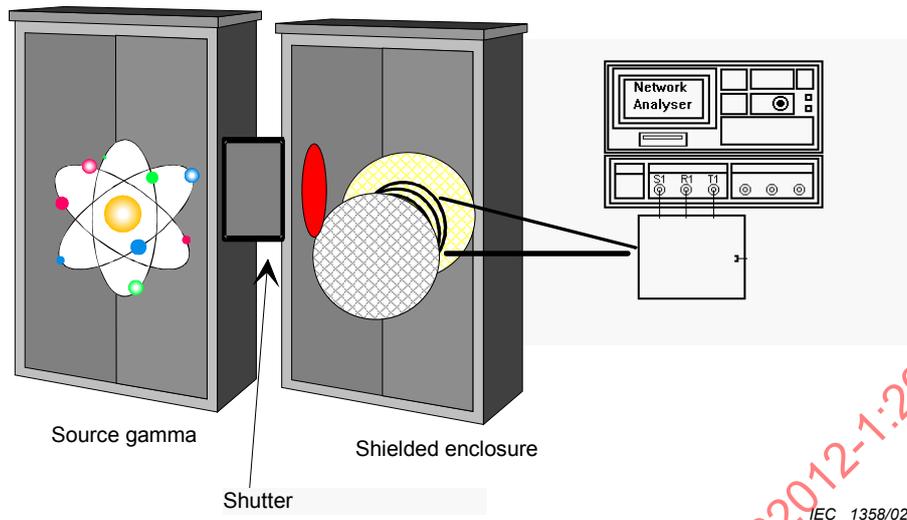


Figure 5 – Test set up for radiation

The test sample shall be preconditioned in the temperature chamber at $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for 1 h prior to testing, or at the test temperature for a preconditioned time as specified in the detail specification.

An attenuation measurement of the test sample shall be performed. The attenuation A_1 of the cable prior to exposure to the gamma radiation source shall be recorded.

Environmental background radiation effects, due to exposure to gamma radiation, shall be determined by subjecting the test sample to dose rates of 20 rad/h. The test sample shall be exposed to a minimum total dose of at least 100 rad.

Upon completion, and within 2 h of the irradiation process, an attenuation measurement of the test sample shall be performed. The attenuation A_2 of the test sample after exposure to the gamma radiation source shall be recorded.

Repeat steps for the required test temperatures. It will be necessary to use a new non-irradiated specimen for each temperature required.

3.7.1.6.3 Adverse nuclear environment test

The procedures for measuring the attenuation of the test sample before, during and after exposure to the gamma radiation source are described below.

The test sample reel shall be placed in the test set-up in accordance with Figure 5.

The test sample shall be preconditioned in the temperature chamber at $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ for 1 h prior to testing, or at the test temperature for a pre-conditioning time as specified in the detail specification.

Prior to irradiation, the attenuation shall be measured at the specified test temperature.

A chart recorder or suitable continuous measurement device shall be connected to the detection system so that a continuous attenuation measurement can be made.

Adverse effects due to exposure to gamma radiation shall be determined by subjecting the test sample to at least one of the dose rates and total dose level combinations specified in Table 5 or as specified in the detail specification.

Table 5 – Total dose/dose rate combinations

Total dose rad (Sievert)	Dose rate rads/s
30	0,05
100	0,50
1 000	2
10 000	2

Dose rate levels are only approximate levels since the radiation source characteristics change. A variation in dose rate as high as $\pm 50\%$ can be expected between sources. The time required to turn the radiation source on or off shall be $\leq 10\%$ of the total exposure time.

The attenuation of the test sample shall be recorded for the duration of the gamma irradiation cycle and up to 15 min after completion of the irradiation process.

Repeat steps for the required test temperatures. It will be necessary to use a new non-irradiated specimen for each temperature required.

3.7.1.7 Calculations

The change in attenuation ΔA .

$$\Delta A = A_2 - A_1 \quad \text{dB}$$

where

A1 is the attenuation of the test sample prior to exposure to gamma radiation;

A2 is the attenuation of the test sample after exposure to gamma radiation.

3.7.1.8 Information to be given in the detail specification

The following details shall be specified in the detail specification.

- a) Type of test sample to be tested.
- b) Test reel diameter.
- c) Test temperature(s).
- d) Failure or acceptance criteria.
- e) Number of samples.
- f) Total dose and dose rate.
- g) Other test conditions.

Annexe A (normative)

Méthode intégrée d'essai horizontal au feu

A.1 Définitions, symboles et abréviations

A.1.1 Distance de parcours de la flamme

Distance que la flamme parcourt en dehors des limites de la flamme du brûleur à gaz.

A.1.2 Densité optique de la fumée (DO)

Opacification de la fumée décrite en termes de ratios logarithmiques de l'intensité lumineuse initiale par rapport à l'intensité lumineuse instantanée.

A.1.3 Temps écoulé jusqu'à l'inflammation

Première apparition du début de la combustion.

A.2 Environnement d'essai

La salle d'essai au feu dans laquelle se trouvent la chambre d'essai et le système de mesure de fumée doit comporter des dispositions permettant un débit d'air libre servant à maintenir la salle à une pression contrôlée de 0 Pa à 12 Pa à la colonne d'eau de plus que la pression barométrique ambiante, à une température de $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et à une humidité relative de $50\% \pm 5\%$ tout au long de chaque déroulement d'essai. La salle d'essai au feu et la zone de mesure de fumée doivent être équipées d'un éclairage commandé.

A.3 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai au feu doit comporter ce qui suit.

- a) Chambre d'alimentation air.
- b) Trappe d'obfuration d'alimentation air.
- c) Chambre d'essai au feu.
- d) Brûleur à gaz.
- e) Couvercle supérieur amovible.
- f) Passage des dégagements gazeux.
- g) Gaine d'extraction.
- h) Système de mesure de la vitesse dans la gaine d'extraction.
- i) Système de mesure des fumées.
- j) Registre de la gaine d'extraction.
- k) Ventilateur d'extraction.
- l) Système de mesure de la vitesse de dégagement de chaleur.

Annex A (normative)

Horizontal integrated fire-test method

A.1 Definitions, symbols and abbreviations

A.1.1 Flame travel distance

Distance that the flame travels beyond the extent of the gas burner flame.

A.1.2 Optical density of smoke (OD)

Smoke obscuration described in terms of logarithmic ratio of initial light intensity to instantaneous light intensity.

A.1.3 Time-to-ignition

First occurrence of initiation of combustion.

A.2 Test environment

The fire-test room in which the test chamber and smoke measurement system are located shall have provision for a free inflow of air to maintain the room at controlled pressure of 0 Pa to 12 Pa of water column greater than ambient barometric pressure and at a temperature of $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ and relative humidity of $50\% \pm 5\%$ throughout each test run. The fire-test room and smoke measurement area shall have controllable lighting.

A.3 Test apparatus

The fire-test apparatus shall consist of the following.

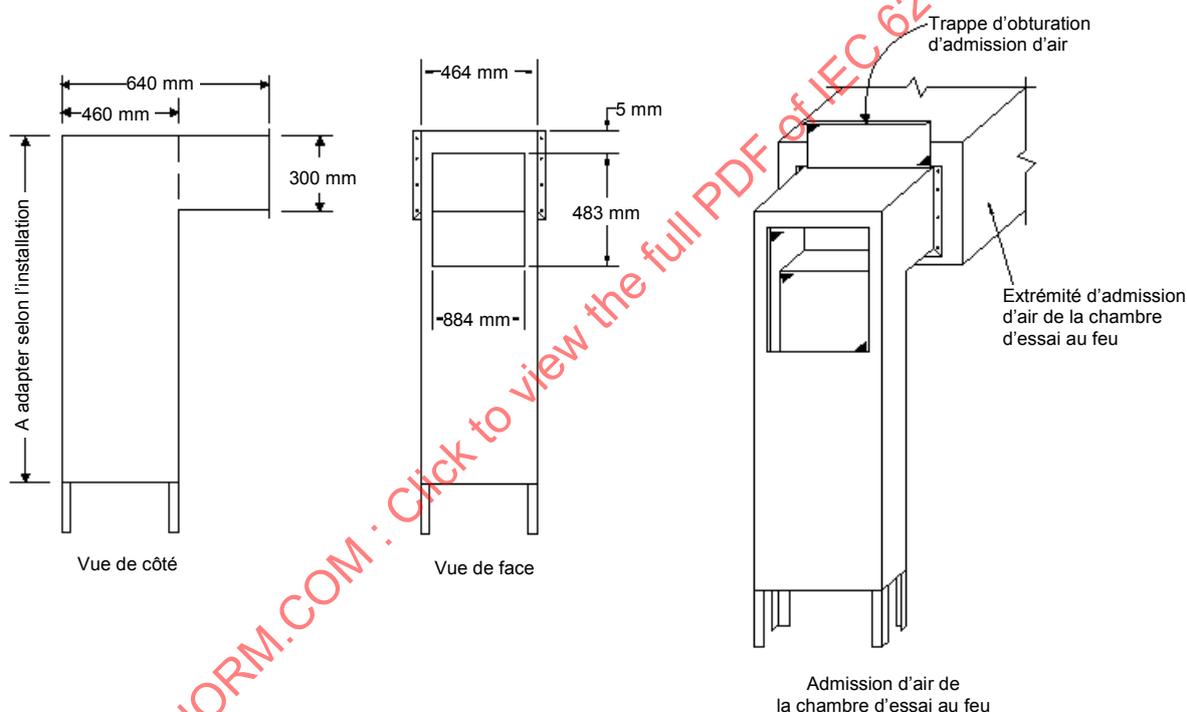
- a) Air-inlet chamber.
- b) Air-inlet shutter.
- c) Fire-test chamber.
- d) Gas burner.
- e) Removable top cover.
- f) Exhaust transition.
- g) Exhaust duct.
- h) Exhaust duct velocity measurement system.
- i) Smoke measurement system.
- j) Exhaust duct damper.
- k) Exhaust blower.
- l) Heat-release rate measurement system.

A.3.1 Chambre d'alimentation d'air

Le raccord du circuit d'alimentation de la chambre d'essai au feu doit être constitué d'un ensemble en acier galvanisé en forme de L fixé à l'extrémité de l'alimentation d'air de la chambre d'essai au feu. Cet ensemble doit être doté d'une ouverture rectangulaire de $300 \text{ mm} \pm 6 \text{ mm} \times 464 \text{ mm} \pm 6 \text{ mm}$ pour permettre à l'air de pénétrer dans la chambre d'essai au feu à travers le registre d'admission d'air de la chambre. Un schéma de l'admission de la chambre est montré à la Figure A.1.

A.3.2 Trappe d'obturation d'alimentation air

On doit installer une trappe d'obturation coulissante verticalement couvrant la totalité de la largeur de la chambre d'essai au niveau de l'extrémité d'admission d'air de la chambre d'essai au feu. La trappe doit être positionnée de façon à fournir une ouverture d'air d'admission de $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ de hauteur, mesurée à partir du niveau du sol de la chambre d'essai et sur la totalité de la largeur de la chambre comme indiqué dans la Figure A.1 (voir aussi Figure A.2).



**Figure A.1 – Schéma de la chambre d'admission d'air
(les tolérances figurent dans les paragraphes concernés)**

A.3.3 Chambre d'essai au feu

La chambre d'essai au feu doit être constituée d'une gaine horizontale ayant les formes et les dimensions indiquées dans les Figures A.2 et A.3. Les côtés et la base de la gaine doivent être revêtus d'une maçonnerie isolante, constituée de briques réfractaires comme indiqué à la Figure A.3. L'un des côtés doit être équipé d'une rangée de hublots d'observation composés de deux panneaux de verre de 6 mm d'épaisseur résistant aux températures élevées et étanches à la pression, dont le panneau intérieur sera monté dans l'alignement du mur intérieur (voir Figure A.3). La zone de hublots exposée doit être de $70 \text{ mm} \pm 6,4 \text{ mm}$ par $280 \text{ mm} \pm 38 \text{ mm}$. Les hublots doivent être implantés de façon à pouvoir observer de l'extérieur de la chambre d'essai au feu le brûleur à gaz et la longueur des échantillons en cours d'essai, à partir de l'endroit auquel se termine l'essai au feu.

A.3.1 Air-inlet chamber

The fire-test chamber air-inlet transition shall consist of an L-shaped galvanized steel unit secured to the air-inlet end of the fire-test chamber. The unit shall contain a $300 \text{ mm} \pm 6 \text{ mm} \times 464 \text{ mm} \pm 6 \text{ mm}$ rectangular opening to allow air to enter the fire-test chamber through the chamber air-inlet shutter. A schematic of the air-inlet chamber is shown in Figure A.1.

A.3.2 Air-inlet shutter

A vertically sliding shutter, extending the entire width of the test chamber, shall be provided at the air-inlet end of the fire-test chamber. The shutter shall be positioned to provide an air-inlet opening of $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ high, measured from the floor level of the test chamber and across the full width of the chamber, as shown in Figure A.1 (see also Figure A.2).

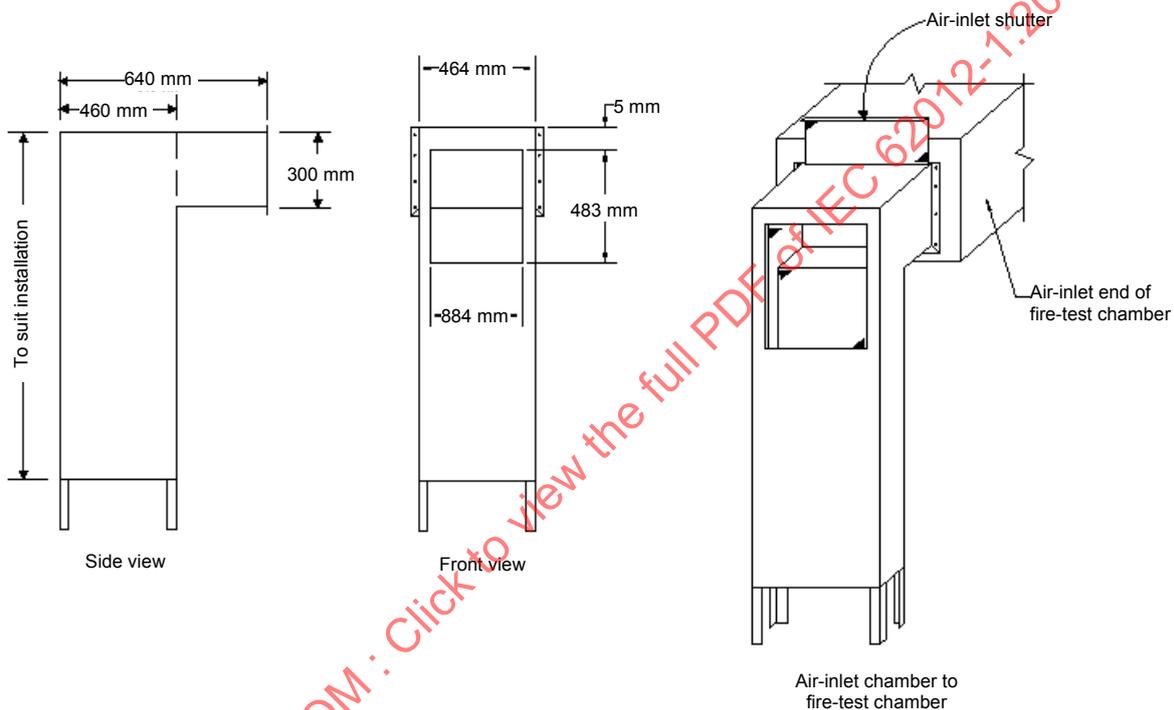


Figure A.1 – Schematic of the air-inlet chamber
(tolerances are contained in applicable paragraphs)

A.3.3 Fire-test chamber

The fire-test chamber shall consist of a horizontal duct of the shapes and sizes shown in Figures A.2 and A.3. The sides and base of the duct shall be lined with insulating masonry, consisting of refractory fire brick, as illustrated in Figure A.3. One side shall be provided with a row of two panes of 6 mm thick high-temperature glass pressure-tight observation windows, with the inside pane mounted flush with the inner wall (see Figure A.3). The exposed window area shall be $70 \text{ mm} \pm 6,4 \text{ mm}$ by $280 \text{ mm} \pm 38 \text{ mm}$. The windows shall be located so that the gas burner and the length of the specimens being tested, from the point at which the test fire ends, can be observed from outside the fire-test chamber.

Les corniches de support du couvercle supérieur doivent être réalisées dans un matériau de structure pouvant résister aux contraintes des essais en continu. Les corniches doivent être positionnées en hauteur en tenant compte de la longueur et de la largeur de la chambre ainsi que les unes par rapport aux autres.

Pour apporter à la combustion la turbulence d'air nécessaire, on doit prévoir des déflecteurs de turbulence en positionnant six briques réfractaires de 229 mm × 114 mm × 64 mm d'épaisseur (la plus grande dimension positionnée verticalement et la dimension de 114 mm parallèlement au mur) le long des murs latéraux de la chambre à des distances de 2,13 m ± 152 mm, 3,66 m ± 152 mm et 6,10 m ± 152 mm, du côté des hublots (ne pas gêner la vue par les fenêtres) et 1,37 m ± 152 mm, 2,90 m ± 152 mm et 4,88 m ± 152 mm du côté opposé, la mesure étant prise de la ligne médiane du brûleur à gaz à la ligne médiane des briques réfractaires.

A.3.4 Brûleur à gaz

Une des extrémités de la chambre d'essai, conçue pour être l'extrémité d'alimentation en air dans la Figure A.2, doit être équipée d'un brûleur à gaz à deux orifices, émettant des flammes vers le haut, de façon à envelopper les échantillons d'essai. Comme indiqué sur la Figure A.3, le brûleur doit être positionné à cheval sur la ligne médiane du four de façon à ce que la flamme soit distribuée également sur la largeur des échantillons. Le brûleur doit être placé à 292 mm ± 6 mm de l'alimentation en air de la chambre d'essai et à 191 mm ± 6 mm en dessous du couvercle supérieur amovible (voir Figures A.2 et A.3). Le brûleur doit être placé à 1 320 mm ± 51 mm en aval du registre d'alimentation d'air, la mesure partant de la ligne médiane du brûleur vers la surface extérieure du registre. Le gaz doit être fourni au brûleur au moyen d'une tuyauterie d'alimentation unique, distribuée à chaque orifice du brûleur au moyen d'un té. La sortie doit avoir la forme d'un coude d'un diamètre nominal de 19 mm. Le plan des orifices doit être parallèle au sol de la chambre, de façon à diriger le gaz vers le haut en direction de l'échantillon. Chaque orifice doit être positionné de façon à installer sa ligne médiane à 102 mm ± 6 mm de chaque côté de la ligne médiane de la chambre d'essai au feu, pour que la flamme du brûleur soit répartie uniformément (voir Figure A.3). Il convient que le brûleur à gaz soit allumé à distance à l'aide d'un système d'allumage électronique. Les commandes utilisées pour maintenir un débit constant de méthane vers les brûleurs doivent comporter ce qui suit.

- a) Un régulateur de pression.
- b) Un compteur à gaz étalonné pour lire des augmentations ne dépassant pas 2,8 l.
- c) Un indicateur pour indiquer la pression du gaz en Pa (ou en cm d'eau).
- d) Une soupape de gaz à fermeture rapide.
- e) Une soupape de comptage de gaz.
- f) Un diaphragme de débitmètre associé à un manomètre aidant au maintien de conditions uniformes de débit de gaz.

Un autre type d'équipement, si l'on démontre qu'il est équivalent, doit être autorisé.

The top cover support ledges shall be made from a structural material capable of withstanding the abuse of continuous testing. The ledges shall be level with respect to length and width of the chamber and with respect to each other.

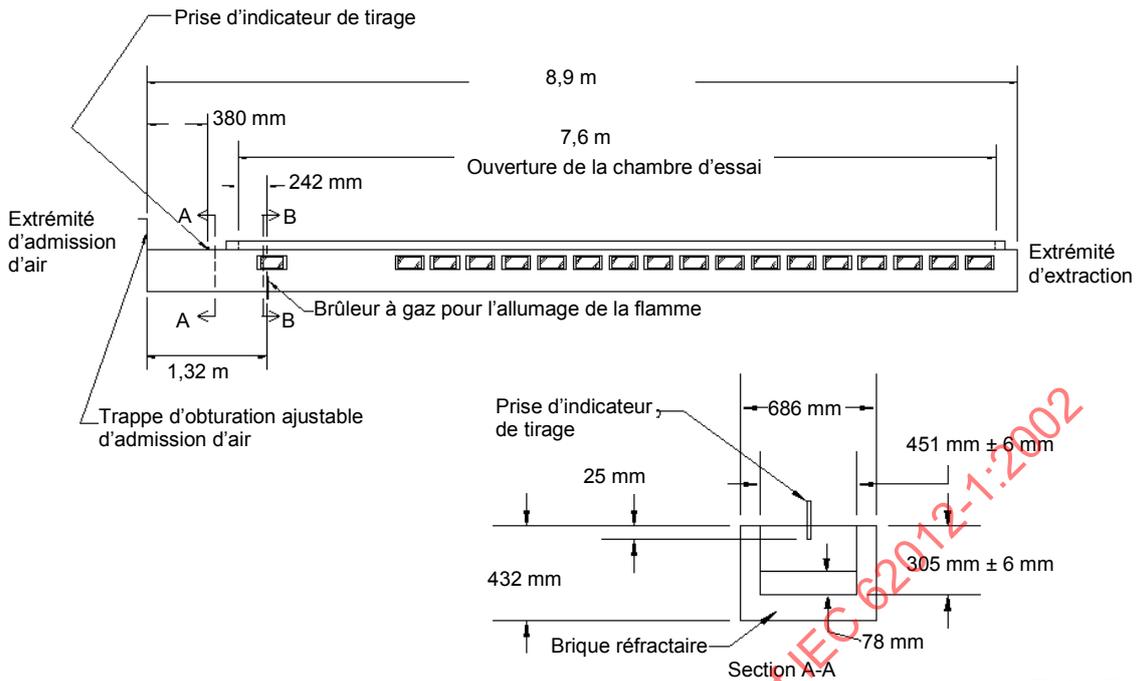
To provide air turbulence for combustion, turbulence baffles shall be provided by positioning six 229 mm × 114 mm × 64 mm thick refractory fire bricks (long dimension vertical and 114 mm dimension parallel to the wall) along the side walls of the chamber at distances of 2,13 m ± 152 mm, 3,66 m ± 152 mm, and 6,10 m ± 152 mm, on the window side (do not obstruct the windows) and 1,37 m ± 152 mm, 2,90 m ± 152 mm, and 4,88 m ± 152 mm on the opposite side, as measured from the centreline of the gas burner to the centreline of the fire bricks.

A.3.4 Gas burner

One end of the test chamber, designated as the air-inlet end in Figure A.2, shall be provided with a dual port gas burner, delivering flames upward, to engulf the test specimens. As shown in Figure A.3, the burner shall be positioned transversely to each side of the centreline of the furnace so that the flame is evenly distributed over the width of the specimens. The burner shall be spaced 292 mm ± 6 mm from the air-inlet end of the test chamber, and 191 mm ± 6 mm below the removable top cover (see Figures A.2 and A.3). The burner shall be located 1 320 mm ± 51 mm downstream of the air-inlet shutter, as measured from the burner centreline to the outside surface of the shutter. Gas to the burner shall be provided through a single inlet pipe, distributed to each port burner through a tee-section. The outlet shall be a nominal 19 mm elbow. The plane of the ports shall be parallel to the chamber floor, so that the gas is directed upward towards the specimen. Each port shall be positioned with its centreline 102 mm ± 6 mm on each side of the centreline of the fire-test chamber so that the burner flame is evenly distributed (see Figure A.3). The gas burner should be ignited remotely using an electronic ignition system. The controls used to maintain a constant flow of methane gas to the burners shall consist of the following.

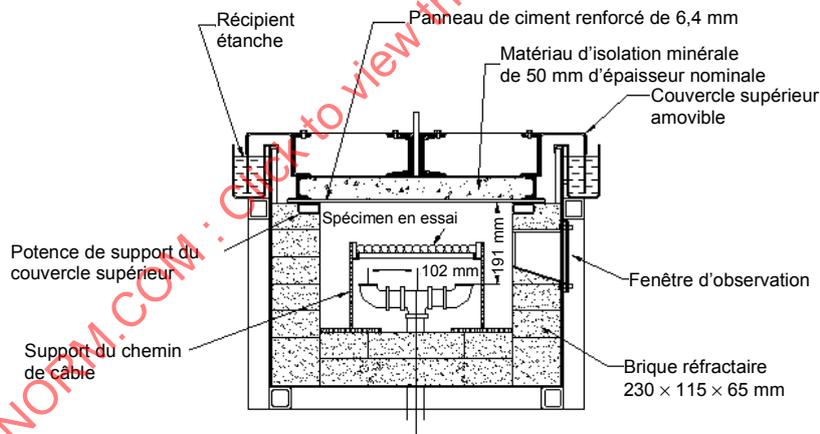
- a) A pressure regulator.
- b) A gas meter calibrated to read in increments of not more than 2,8 l.
- c) A gauge to indicate gas pressure in Pa (or inches of water).
- d) A quick-acting gas shutoff valve.
- e) A gas metering valve.
- f) An orifice plate in combination with a manometer to assist in maintaining uniform gas-flow conditions.

Alternative control equipment, if shown to be equivalent, shall be permitted.



IEC 1360/02

**Figure A.2 – Schéma de la chambre d'essai au feu
(les tolérances figurent dans les paragraphes concernés)**



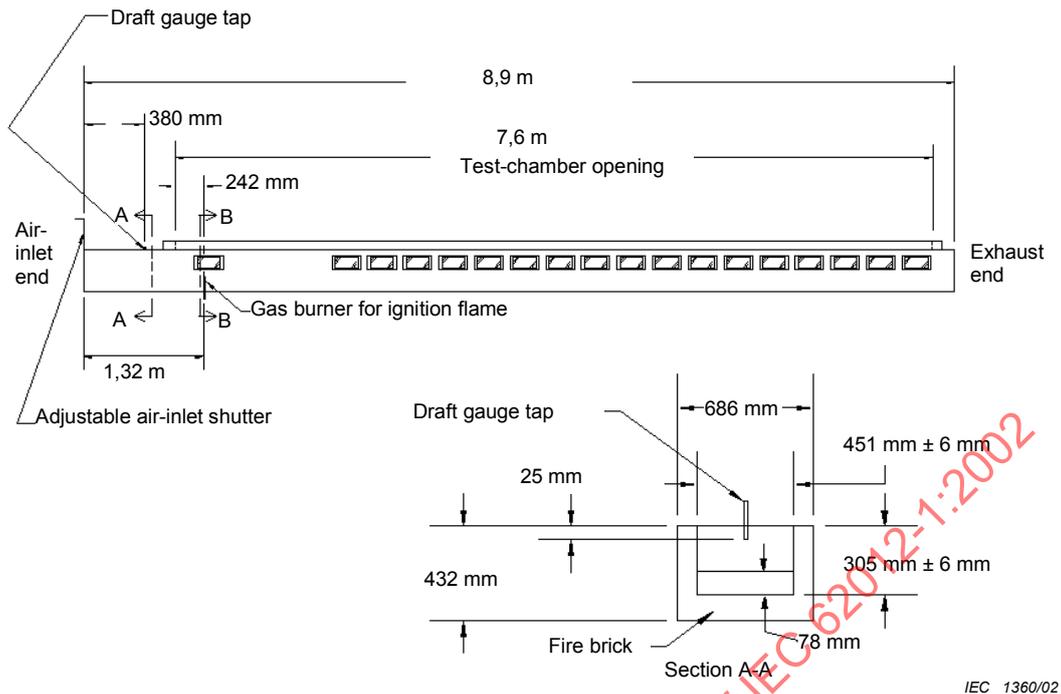
IEC 1361/02

**Figure A.3 – Section transversale de la chambre d'essai au feu
(coupe B-B, Figure A.2)
(les tolérances figurent dans les paragraphes concernés)**

A.3.5 Couvercle supérieur amovible

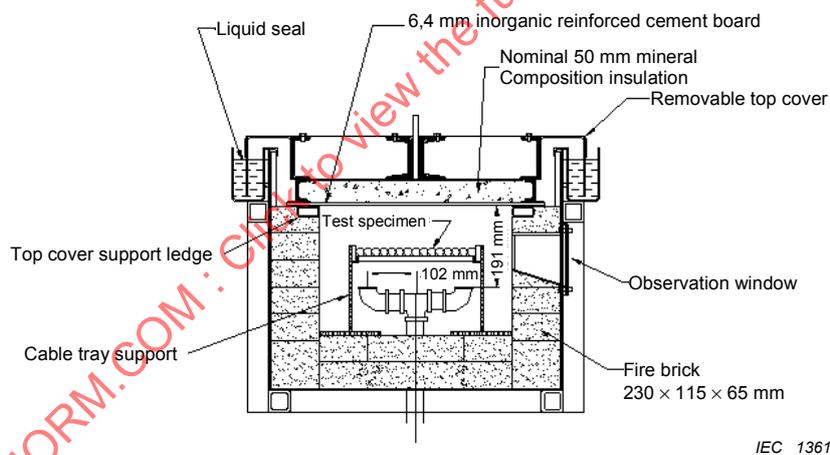
Le couvercle supérieur amovible doit être constitué d'un ensemble composite métallique associé à une isolation minérale dont l'isolation comportera un matériau de composition minérale de $51 \text{ mm} \pm 6 \text{ mm}$ d'épaisseur nominale. L'ensemble supérieur est représenté à la Figure A.3 et doit entièrement recouvrir la chambre d'essai au feu. Le matériau en métal et composite minéral doit être doté des caractéristiques physiques suivantes.

- Température d'utilisation effective maximale supérieure ou égale à $650 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Densité apparente de $335 \text{ kg/m}^3 \pm 20 \text{ kg/m}^3$.
- Conductivité thermique de $0,072 \text{ W/(m.K)}$ à $0,102 \text{ W/(m.K)}$ de $150 \text{ }^\circ\text{C}$ à $370 \text{ }^\circ\text{C}$.



IEC 1360/02

**Figure A.2 – Schematic of the fire-test chamber
(tolerances are contained in applicable paragraphs)**



IEC 1361/02

**Figure A.3 – Cross-section of the fire-test chamber (section B-B, Figure A.2)
(tolerances are contained in applicable paragraphs)**

A.3.5 Removable top cover

The removable top cover shall consist of a metal and mineral insulation composite unit whose insulation consists of nominal 51 mm ± 6 mm thick mineral composition material. The top unit is shown in Figure A.3 and shall completely cover the fire-test chamber. The metal and mineral composite material shall have physical characteristics as follows.

- Maximum effective use temperature of not less than 650 °C.
- Bulk density of 335 kg/m³ ± 20 kg/m³.
- Thermal conductivity of 0,072 W/(m.K) to 0,102 W/(m.K) at 150 °C to 370 °C.

d) Produit $K_p C$ de 1×104 à 4×104 ($W^2.s$)/($m^2.K^2$)

où $K_p C$ est égal à la conductivité thermique multipliée par la densité et par la chaleur massique.

La totalité de l'ensemble du panneau supérieur doit être protégée par des sections plates de panneaux de haute densité ($1\,760\text{ kg/m}^3$, 6 mm d'épaisseur nominale) en ciment/fibre minérale maintenu non voilés et sans craquelures par un remplacement continu. Une fois en place, le panneau supérieur repose sur une ceinture en fibre de verre tissée d'épaisseur nominale de 3 mm, positionnée sur les potences de support du couvercle supérieur. Le panneau supérieur doit être rendu étanche aux fuites d'air survenant dans la chambre d'essai au feu au cours des essais. Une cuve remplie d'eau, comme indiqué dans la Figure A.3, s'est révélée adaptée à cet objectif.

A.3.6 Circuit de l'extraction

L'extrémité d'extraction de la chambre d'essai au feu doit être équipée d'un élément de passage. Cette pièce de passage de l'extraction doit être réalisée comme un ensemble d'acier inox composé d'une section rectangulaire de $902\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ de long \times $686\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ de large \times $432\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ de haut et d'une section rectangulaire reliant le passage de $457\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ de long reliée au diamètre interne de la gaine extraction de $406\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$. L'extérieur de la section de passage doit être isolé par une housse en fibre céramique de 51 mm d'épaisseur nominale (densité nominale de 130 kg/m^3). La forme et la taille du passage de l'extraction sont indiquées à la Figure A.4.

L'ensemble doit être fixé sur l'extrémité d'extraction de la chambre d'essai au feu.

A.3.7 Gaine d'extraction

La gaine d'extraction de diamètre intérieur de $406\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ doit être réalisée en acier inox et doit s'étendre de 4,9 m à 5,5 m à l'horizontale à partir de l'extrémité de l'évent du passage à la ligne médiane du système de mesure de fumée, pour fournir un courant de gaz d'extraction entièrement mélangé. Elle doit s'étendre sur un minimum de 8,5 m à partir de l'extrémité d'évent de la section de passage de l'extraction. La gaine d'extraction doit être isolée avec au moins 51 mm de matériau de composition minérale haute température en partant du début de l'élément de passage de l'extraction jusqu'au et en incluant le système de mesure de fumée. Le matériau de composition minérale haute température doit être doté des mêmes caractéristiques physiques que le matériau décrit en A.3.5.

A.3.8 Système de mesure de la vitesse dans la gaine d'extraction

La vitesse dans la gaine d'extraction se détermine en mesurant la pression différentielle dans le circuit du courant à l'aide d'une sonde bidirectionnelle reliée à un manomètre électronique ou à un système équivalent de mesure et un thermocouple.

La sonde bidirectionnelle se compose d'un cylindre d'acier inox doté d'un diaphragme renforcé en son centre divisant la sonde en deux chambres. La sonde fait 44 mm de long et 22 mm de diamètre intérieur. Les prises de pression situées de chaque côté du diaphragme sont là pour tenir la sonde.

L'axe de la sonde se trouve sur la ligne médiane de la gaine. Les prises de pression sont reliées à un transmetteur de pression d'une résolution minimale de 0,25 Pa à la colonne d'eau.

La température du gaz d'extraction est mesurée à 152 mm en amont de la sonde et sur la ligne médiane de la gaine à l'aide d'un thermocouple de type K de 0,32 mm de diamètre doté d'un fourreau en Inconel^{®1}.

¹ Inconel[®] est un exemple de produit qui convient, disponible dans le commerce. Cette information est donnée pour la commodité des utilisateurs et ne constitue pas une approbation de ce produit par la CEI.

d) $K_p C$ product of 1×10^4 to 4×10^4 ($W^2 \cdot s$)/($m^2 \cdot K^2$)

where $K_p C$ is equal to the thermal conductivity \times the density \times the specific heat.

The entire top-panel unit shall be protected with flat sections of high-density (nominally $1\,760\text{ kg/m}^3$, 6 mm thick) mineral-fibre/cement board maintained in an unwarped and uncracked condition through continued replacement. While in place, the top panel shall rest on a nominal 3 mm thick woven fibreglass belting, positioned on the top cover support ledges. The top panel shall be completely sealed against the leakage of air into the fire-test chamber during the test. A water-filled trough, as shown in Figure A.3, has been found suitable for this purpose.

A.3.6 Exhaust transition

The exhaust end of the fire-test chamber shall be fitted with a transition piece. The exhaust transition shall consist of a stainless steel unit composed of a $902\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ long \times $686\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ wide \times $432\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ high rectangular section and a $457\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ long rectangular-to-transition section connected to the $406\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ inside diameter (ID) exhaust duct. The outside of the transition section shall be insulated with a nominal 51 mm ceramic fibre blanket (nominal density 130 kg/m^3). The shape and size of the exhaust transition are shown in Figure A.4.

The unit shall be secured to the exhaust end of the fire-test chamber.

A.3.7 Exhaust duct

The $406\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$ inside diameter exhaust duct shall be constructed from stainless steel and shall extend 4,9 m to 5,5 m horizontally from the vent end of the transition to the centreline of the smoke measurement system, to provide for a fully mixed exhaust gas flow. It shall extend a minimum of 8,5 m from the vent end of the exhaust transition section. The exhaust duct shall be insulated with at least 51 mm of high-temperature mineral composition material from the beginning of the exhaust transition piece up to and including the smoke measurement system. The high-temperature mineral composition material shall have the same physical characteristics as the material described in A.3.5.

A.3.8 Exhaust duct velocity measurement system

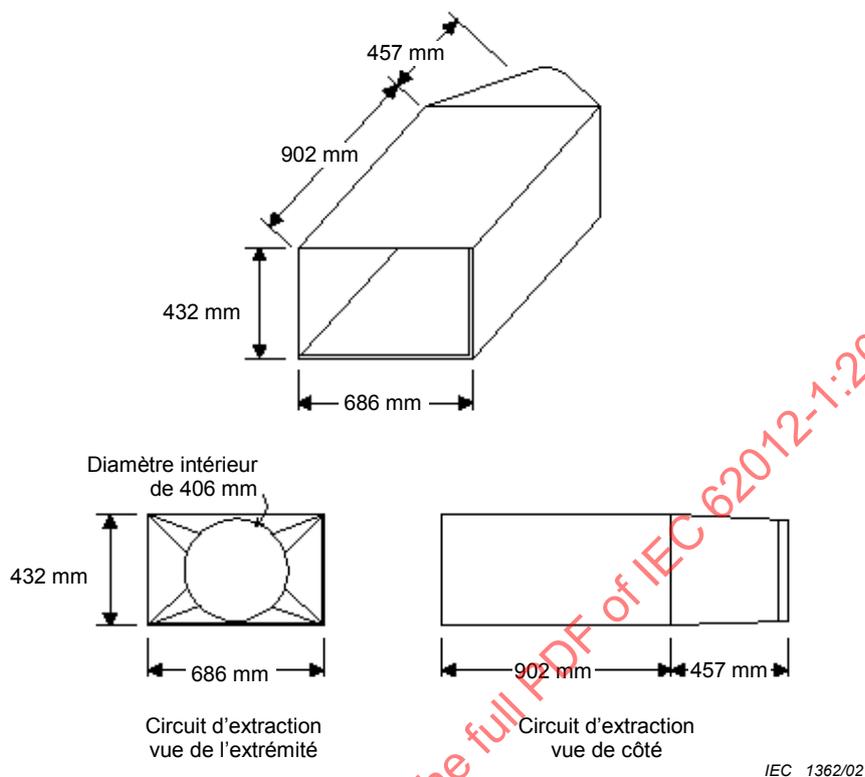
The velocity in the exhaust duct is determined by measuring the differential pressure in the flow path with a bi-directional probe connected to an electronic pressure gauge, or an equivalent measuring system and a thermocouple.

The bi-directional probe consists of a stainless steel cylinder with a solid diaphragm in the centre that divides the probe into two chambers. The probe is 44 mm long with a 22 mm inside diameter. The pressure taps on either side of the diaphragm are to support the probe.

The axis of the probe is located at the centreline of the duct. The pressure taps are connected to a pressure transducer having a minimum resolution of 0,25 Pa of water column.

The temperature of the exhaust gas is measured upstream 152 mm from the probe and at the centreline of the duct, with a 0,32 mm diameter Type K thermocouple having an Inconel^{®1} sheath.

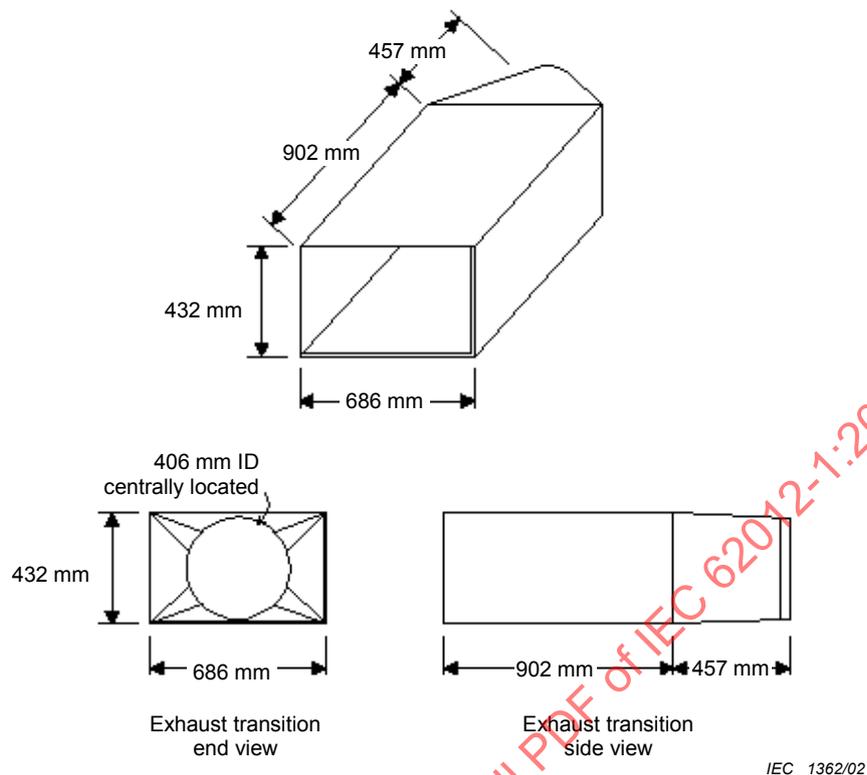
¹ Inconel[®] is an example of a suitable product available commercially. This information is given for the convenience of users of this International Standard and does not constitute an endorsement by IEC of this product.



**Figure A.4 – Schéma du circuit d'extraction
(les tolérances figurent dans les paragraphes concernés)**

A.3.9 Système de mesure des fumées

Un phare de voiture 12 V à optique non dépoli sera installé sur une partie horizontale de la gaine d'extraction (voir Figure A.5). La lampe doit être placée dans un endroit précédé d'une portion droite de tuyauterie circulaire d'au moins 4,9 m et n'excédant pas 5,5 m, à partir de l'extrémité de l'évent de la section du circuit d'extraction. Le faisceau de lumière doit être dirigé vers le haut le long de l'axe vertical de la gaine d'extraction. Une cellule photo-électrique dotée d'une sortie directement proportionnelle à la quantité de lumière reçue doit être montée au-dessus de la source lumineuse, avec une distance hors tout lampe/cellule de $910 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$. La source lumineuse et la cellule photo-électrique doivent être placées de telle façon qu'elles soient en contact ouvert avec l'environnement de la salle d'essai. Le rayon lumineux cylindrique doit passer à travers des ouvertures de diamètre $76 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ situées en partie haute et basse de la gaine de 406 mm de diamètre intérieur, le faisceau lumineux en résultant centré sur la cellule photo-électrique. La cellule doit être reliée au dispositif d'enregistrement qui indique l'atténuation de la lumière incidente en raison de matière particulière, et en raison d'autres effluents, dans la fumée qui transite. Des plans d'ingénierie détaillés sont donnés dans l'Annexe C.



**Figure A.4 – Schematic of the exhaust transition
(tolerances are contained in applicable paragraphs)**

A.3.9 Smoke measurement system

A 12-V sealed-beam, clear-lens, auto spot lamp shall be mounted on a horizontal section of the exhaust duct (see Figure A.5). The lamp shall be located at a point that is preceded by a straight run of round pipe at least 4,9 m and not greater than 5,5 m, from the vent end of the exhaust transition section. The light beam shall be directed upward along the vertical axis of the exhaust duct. A photoelectric cell having an output directly proportional to the amount of light received shall be mounted over the light source, with an overall light-to-cell path distance of $910 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$. The light source and photoelectric cell shall be located in such a way that they are open to the environment of the test room. The cylindrical light beam shall pass through $76 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ diameter openings at the top and bottom of the 406 mm inside diameter duct, with the resultant light beam centred on the photoelectric cell. The cell shall be connected to recording devices that indicate the attenuation of incident light due to particulate matter, and due to other effluents, in the passing smoke. Detailed engineering drawings are located in Annex C.

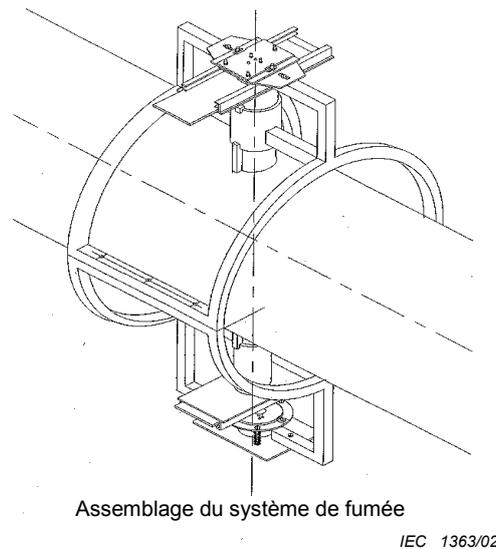


Figure A.5 – Système de mesure des fumées

A.3.10 Système de mesure de la vitesse de dégagement de la fumée

Le système de mesure de la vitesse de dégagement de fumée est composé d'un système de mesure de la fumée décrit en A.3.9 et d'un système de mesure du débit décrit en A.3.8.

A.3.11 Registre de la gaine d'extraction

Un registre de commande du volume de gaine à lamelle unique, adapté pour une gaine de diamètre intérieur 406 mm, doit être positionné sur la gaine d'extraction à $1,7\text{ m} \pm 0,2\text{ m}$ en aval du système de mesure de fumée, les lignes médianes se correspondant. Les implantations relatives de l'élément de passage de l'extraction, de la gaine d'extraction, du système de mesure de fumée et du registre de gaine d'extraction sont représentées à la Figure A.6. Pour maintenir une commande de débit tout au long du déroulement de chaque essai, le registre de la gaine d'extraction doit être contrôlé par un système de feed-back en boucle fermée en ce qui concerne l'indicateur de pression statique du courant d'air de l'alimentation d'air.

A.3.12 Ventilateur d'extraction

Le ventilateur d'extraction doit avoir une puissance suffisante pour créer une dépression d'au moins 37 Pa à la colonne d'eau à la prise d'indicateur de tirage, les échantillons étant en place, l'obturateur d'air positionné pour assurer une ouverture d'admission d'air de $76\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ et avec le registre de la gaine d'extraction en position grand ouvert (voir Figure A.6). La gaine d'extraction reliant le registre de la gaine d'extraction au ventilateur d'extraction doit avoir un diamètre intérieur de 406 mm et comporter une partie droite de longueur minimale de 1,8 m à partir de la ligne médiane du registre de la gaine d'extraction. Il convient de prendre des dispositions pour assurer un joint d'expansion étanche à l'air entre le registre de la gaine d'extraction et le ventilateur d'extraction.

A.3.13 Système de soufflerie de la chambre d'essai au feu

Une prise d'air, équipée d'un obturateur coulissant verticalement couvrant l'intégralité de la largeur de la chambre d'essai, doit être prévue à l'extrémité de l'alimentation d'air. La plaque de tirage doit être positionnée de façon à être une prise d'alimentation d'air, comme indiqué dans la Figure A.1.

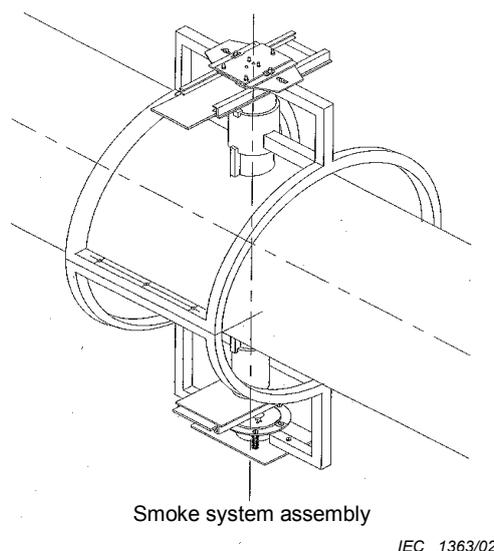


Figure A.5 – Smoke measurement system

A.3.10 Smoke-release rate measurement system

The smoke-release rate system consists of a smoke measurement system described in A.3.9 and the airflow measurement system described in A.3.8.

A.3.11 Exhaust duct damper

A single-blade duct volume control damper, for a 406 mm inside diameter duct, shall be positioned in the exhaust duct $1,7 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$, downstream of the smoke measurement system, centreline to centreline. The relative locations of the exhaust transition piece, exhaust duct, smoke measurement system and exhaust duct damper are shown in Figure A.6. To maintain airflow control throughout each test run, the exhaust-duct damper shall be controlled by a closed-loop feedback system with respect to the air-inlet draft gauge static pressure.

A.3.12 Exhaust blower

The exhaust blower shall have the capacity to develop at least 37 Pa of water column at the draft gauge tap, with the specimens in place, with the air shutter positioned to provide an air-inlet opening of $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, and with the exhaust duct damper in the wide-open position (see Figure A.6). The exhaust duct connecting the exhaust duct damper to the exhaust blower shall have an internal diameter of 406 mm and shall be a straight section for a minimum of 1,8 m from the centreline of the exhaust duct damper. Provisions should be provided for an airtight expansion joint between the exhaust duct damper and exhaust blower.

A.3.13 Fire-test chamber airflow system

An air intake, fitted with a vertically sliding shutter that extends the entire width of the test chamber, shall be provided at the air-inlet end. The draft plate shall be positioned to provide an air-inlet port, as shown in Figure A.1.

Le mouvement de l'air à travers la gaine extraction doit se faire par aspiration. Le système d'aspiration doit être doté d'une capacité d'au moins 37 Pa à la colonne d'eau lorsque les échantillons sont en place, l'obturateur de l'extrémité de l'alimentation d'air étant ouvert à sa position normale, et avec le registre d'extraction grand ouvert (voir la coupe C-C de la Figure A.6). Un manomètre d'indication de tirage pour indiquer la pression statique doit être installé par le haut à mi-largeur du tunnel, à $25 \text{ mm} \pm 13 \text{ mm}$ en dessous du plafond et à $380 \text{ mm} \pm 13 \text{ mm}$ en aval de l'obturateur de prise d'air comme indiqué dans la coupe A-A de la Figure A.2.

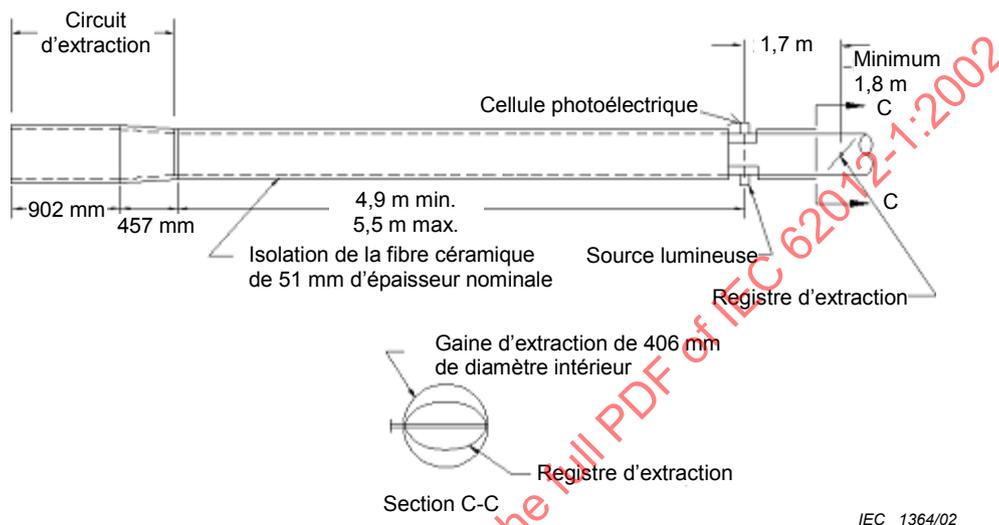


Figure A.6 – Implantation du passage de l'extraction, de la gaine d'extraction, du système de mesure de fumée et du registre (les tolérances figurent dans les paragraphes concernés)

A.3.14 Chemin de câble en échelle

Le chemin de câble de type échelle utilisé pour supporter les échantillons d'essai de câble à l'air libre ou les échantillons d'essai disposés en conduite sont représentés à la Figure A.7. Le chemin doit être réalisé à partir d'acier laminé à froid de résistance à la traction minimale de 350 MPa. Les rails latéraux en acier laminé marchand résistant doivent être de $38 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$, comme indiqué dans la Figure A.7. Les barreaux rainurés en forme de C doivent être constitués de rainures structurées de $13 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, comme indiqué dans la coupe A-A de la Figure A.7. Chaque barreau doit avoir une longueur de $286 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$. Les barreaux doivent être soudés aux rails latéraux à $299 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ à des centres le long du chemin. Le chemin doit être constitué d'une ou de plusieurs sections ayant une longueur totale assemblée de $7,3 \text{ m} \pm 51 \text{ mm}$ et doit être supporté par 16 supports au total placés le long du chemin. Les supports du chemin, comme indiqué dans la Figure A.7, doivent être fabriqués à partir de barres d'acier.

Movement of air throughout the exhaust duct shall be by induced draft. The draft-inducing system shall have a total draft capacity of at least 37 Pa of water column with the specimens in place, with the shutter at the air-inlet end open to its normal position, and with the exhaust damper in the wide-open position (see section C-C of Figure A.6). A draft-gauge manometer to indicate static pressure shall be inserted through the top of the tunnel, 25 mm \pm 13 mm below the ceiling, and 380 mm \pm 13 mm downstream of the air intake shutter as shown in section A-A of Figure A.2.

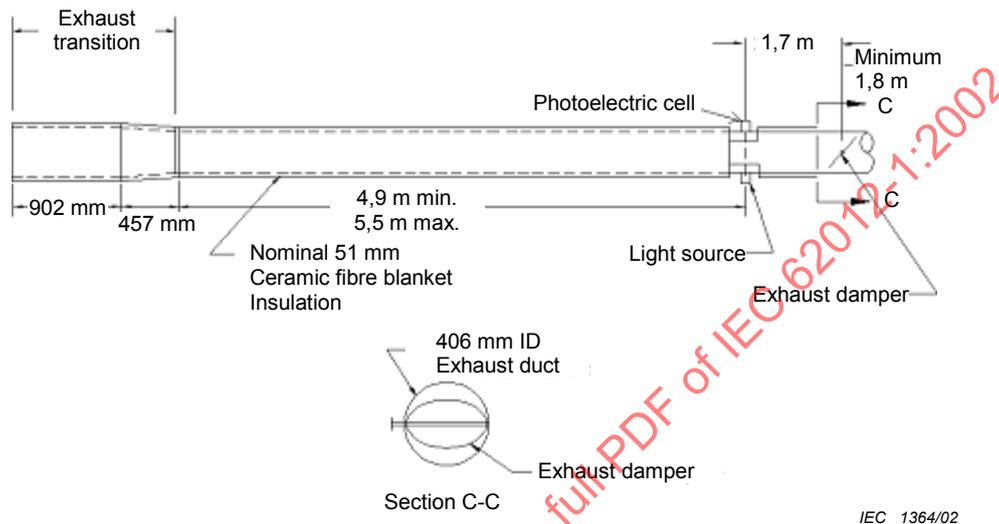


Figure A.6 – Location of exhaust transition, exhaust duct, smoke measurement system and damper (tolerances are contained in applicable paragraphs)

A.3.14 Ladder cable tray

The ladder-type cable tray used to support the open-cable test specimens or the cables-in-tray test specimens is shown in Figure A.7. The tray shall be fabricated from cold-rolled steel of 350 MPa minimum tensile strength. The solid bar stock side rails shall be 38 mm \pm 3 mm \times 10 mm \pm 3 mm, as shown in Figure A.7. The C-shaped channel rungs shall be 13 mm \pm 3 mm \times 25 mm \pm 3 mm \times 3 mm \pm 1 mm structural channels, as shown in section A-A in Figure A.7. Each rung shall be 286 mm \pm 3 mm long. The rungs shall be welded to the side rails 299 mm \pm 3 mm on centres along the tray length. The tray shall consist of one or more sections having a total assembled length of 7,3 m \pm 51 mm and shall be supported with a total of 16 supports spaced along the length of the tray. The tray supports, as shown in Figure A.7, shall be fabricated from bar steel.

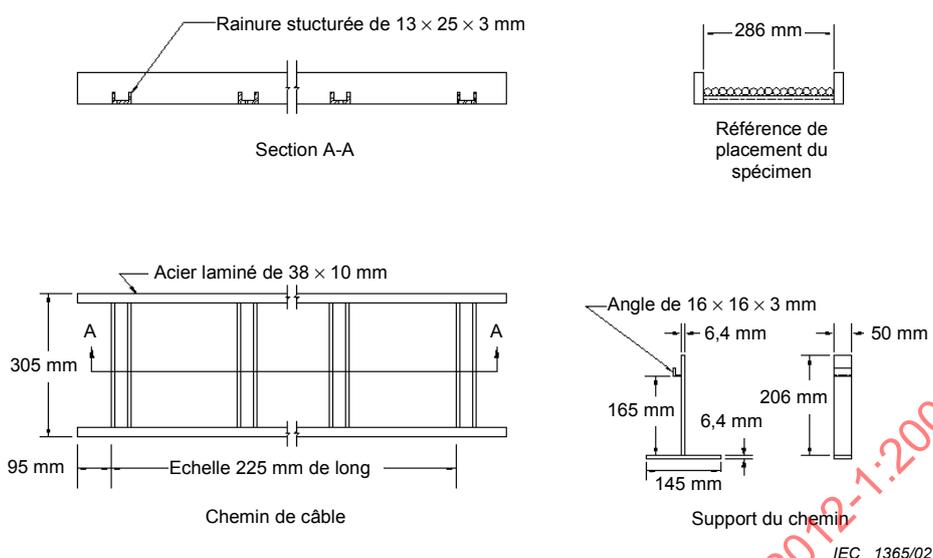


Figure A.7 – Détails du chemin de câble en échelle et des supports (les tolérances figurent dans les paragraphes concernés)

A.3.15 Instrumentation de mesure de température de la chambre d'essai au feu

Un thermocouple de 0,91 mm de diamètre chromel alumel ayant 10 mm ± 3 mm de la jonction exposée dans l'ambiance de la chambre four doit être inséré à travers le sol de la chambre d'essai. L'extrémité du thermocouple doit se trouver à 25 mm ± 3 mm en dessous de la surface supérieure de la ceinture en fibre de verre, à 7 010 mm ± 13 mm de la ligne médiane du brûleur et au centre de la largeur de la chambre.

Un thermocouple de 0,91 mm de diamètre chromel alumel noyé à 3,2 mm ± 1,6 mm en dessous de la surface du sol de la chambre d'essai doit être installé dans un ciment portland ou réfractaire (prendre soin de le laisser sécher correctement pour éviter des craquelures) à des distances de 4,0 m ± 13 mm et de 7,1 m ± 13 mm de la ligne médiane du brûleur et au centre de la largeur de la chambre.

A.3.16 Equipement d'acquisition de données

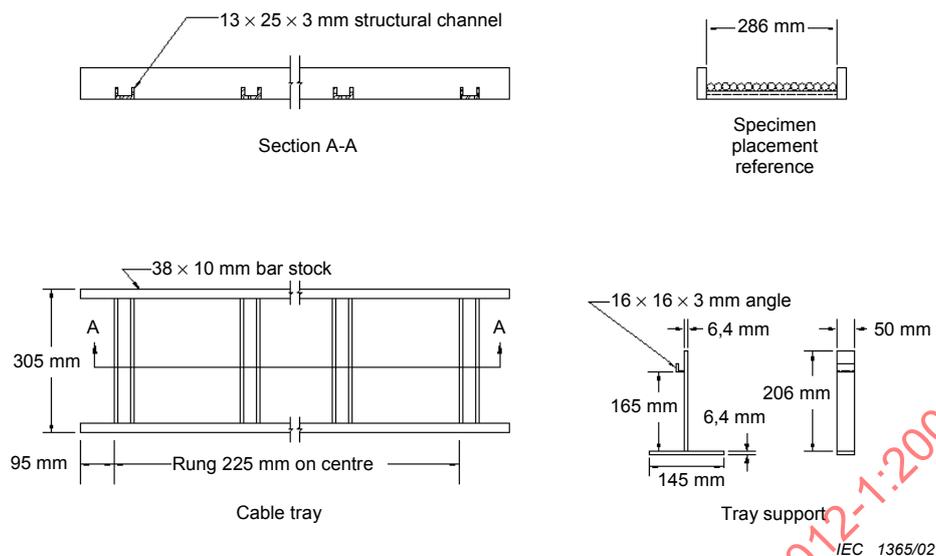
On doit utiliser un système d'acquisition de données pour recueillir et enregistrer les mesures de l'atténuation lumineuse, de la température, de la propagation de la flamme et de la vitesse. Le système de données doit être capable de recueillir les données à des intervalles de 2 s. Le système d'acquisition de données doit avoir une précision correspondant à au moins 1,0 °C pour les canaux de température et de 0,01 % de la sortie instrumentation pleine échelle pour tous les autres canaux de l'équipement. On ne doit pas utiliser de routine de lissage pour traiter les données.

A.3.17 Système de mesure de la vitesse de dégagement de chaleur

L'équipement de mesure de la vitesse de dégagement de chaleur est constitué du système de mesures de débit gazeux décrit en A.5.8 ainsi que de l'équipement d'analyse de gaz et d'échantillonnage décrit ci-dessous.

L'équipement d'analyse de gaz et d'échantillonnage doit comprendre ce qui suit.

- a) Un tube d'échantillonnage de gaz en acier inox, implanté dans la gaine d'extraction de façon à avoir un échantillon qui s'écoule en permanence pour déterminer la concentration en oxygène du gaz d'extraction en fonction du temps.
- b) Des filtres à particules pour éliminer les particules de fumée.



**Figure A.7 – Details of ladder cable tray and supports
(tolerances are contained in applicable paragraphs)**

A.3.15 Fire-test chamber temperature measurement instruments

A 0,91 mm diameter chromel-alumel thermocouple with $10 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ of the junction exposed in the fire-chamber air, shall be inserted through the floor of the test chamber. The tip of the thermocouple shall be $25 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ below the top surface of the fibreglass belting, $7\,010 \text{ mm} \pm 13 \text{ mm}$ from the centreline of the burner, and at the centre of the width of the chamber.

A 0,91 mm diameter chromel-alumel thermocouple embedded $3,2 \text{ mm} \pm 1,6 \text{ mm}$ below the floor surface of the test chamber, shall be mounted in refractory or Portland cement (carefully dried to keep it from cracking) at distances of $4,0 \text{ m} \pm 13 \text{ mm}$ and $7,1 \text{ m} \pm 13 \text{ mm}$ from the centreline of the burner and at the centre of the width of the chamber.

A.3.16 Data acquisition equipment

A digital data acquisition system shall be used to collect and record light attenuation, temperature, flame spread and velocity measurements. The data system shall be capable of collecting the data at intervals of 2 s. The data-acquisition system shall have an accuracy corresponding to at least $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ for the temperature channels and 0,01 % of full-scale instrument output for all other instrument channels. A smoothing routine shall not be used to process the data.

A.3.17 Heat-release rate measurement system

The heat-release rate equipment consists of the airflow measurement system described in A.5.8, and gas analysis and sampling equipment described herein.

The gas analysis and sampling equipment shall consist of the following.

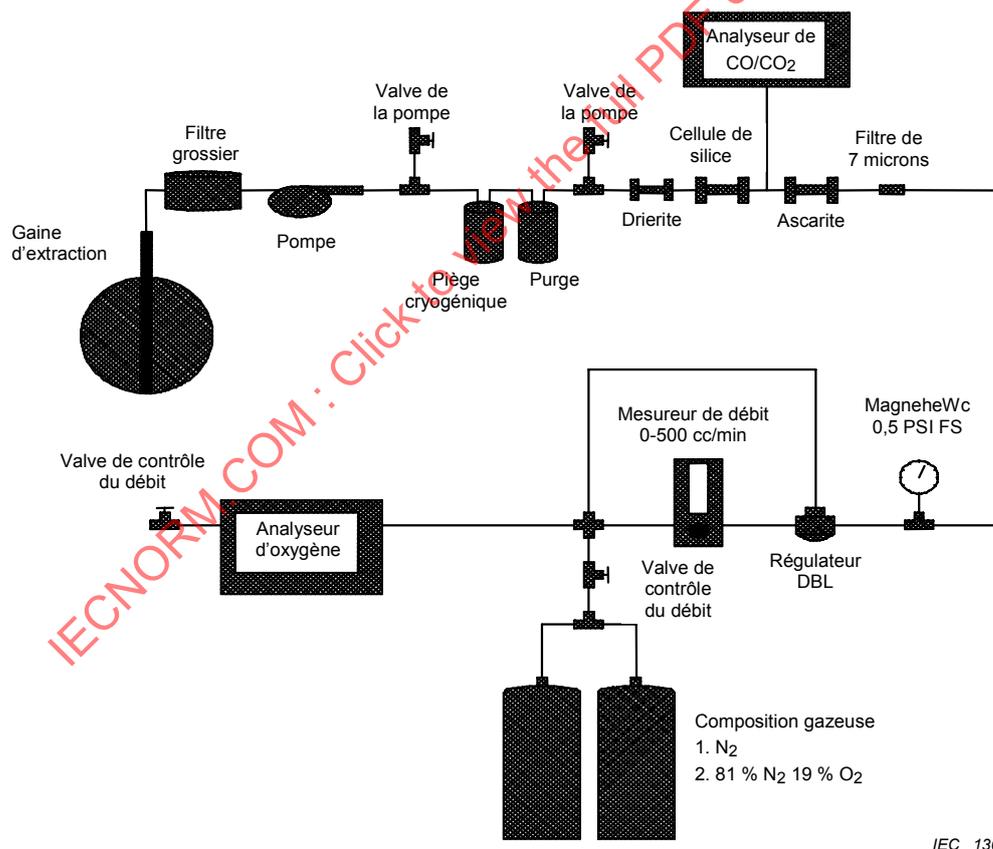
- a) Stainless steel gas sampling tube, located in the exhaust duct to obtain a continuously flowing sample, for determining the oxygen concentration of the exhaust gas as a function of time.
- b) Particulate filters to remove particulate smoke.

- c) Un piège cryogénique, de la drierite et du silicagel pour éliminer l'humidité de l'échantillon de gaz.
- d) De l'ascarite pour éliminer le dioxyde de carbone.
- e) Des systèmes de pompes et de commande de débit.
- f) Un analyseur d'oxygène.

Les filtres et la purge doivent être installés en circuit en amont de l'analyseur pour éliminer les particules et l'eau. L'analyseur d'oxygène doit être capable de mesurer la concentration en oxygène dans la fourchette de 0 % à 21 % avec une précision à pleine échelle de $\pm 0,25$ %. Le signal émanant de l'analyseur doit se situer dans une fourchette de 10 % de sa valeur finale, en moins de 30 s à la suite de l'introduction d'un palier de changement dans la composition du débit gazeux traversant l'entrée du tube d'échantillonnage de gaz. La Figure A.8 montre une disposition typique de l'équipement de mesure de vitesse de dégagement de chaleur et d'échantillonnage de gaz.

A.4 Epruvettes d'essai

Les éprouvettes d'essai doivent être constitués de longueurs de câble de $7,32 \text{ m} \pm 152 \text{ mm}$ installées sur une seule épaisseur dans le fond du chemin de câble comme indiqué dans la Figure A.3.



IEC 1366/02

Figure A.8 – Schéma du système d'échantillonnage de gaz

- c) Ice bath, drierite, and silica gel to remove moisture from the gas sample.
- d) Ascarite to remove carbon dioxide.
- e) Pump and flow control devices.
- f) Oxygen analyser.

The filters and water trap shall be placed in line ahead of the analyser to remove particulate and water. The oxygen analyser shall be capable of measuring the oxygen concentration in the range from 0 % to 21 % with a full-scale accuracy of $\pm 0,25$ %. The signal from the oxygen analyser shall be within 10 % of its final value within 30 s after a step change is introduced in the composition of the gas stream flowing past the inlet to the gas sampling tube. A typical arrangement of the heat-release rate gas sampling equipment is shown in Figure A.8.

A.4 Test specimens

Test specimens shall consist of $7,32 \text{ m} \pm 152 \text{ mm}$ lengths of cables installed in a single layer across the bottom of the cable tray as shown in Figure A.3.

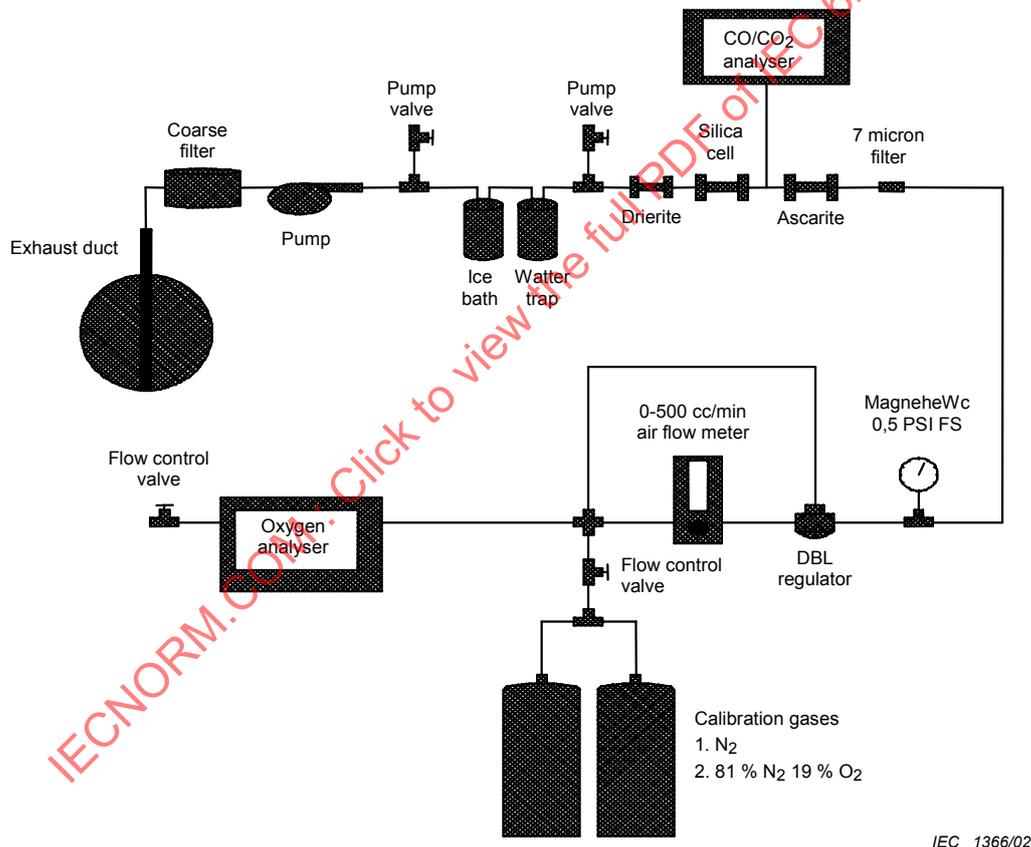


Figure A.8 – Schematic of gas sampling system

A.5 Etalonnage et entretien de l'équipement d'essai

A.5.1 Entretien

L'entretien pour l'appareillage doit être systématiquement effectué tous les 30 jours et doit comprendre les procédures suivantes (avec le remplacement des composants, si nécessaire):

- a) examen du tunnel et des parois en briques;
- b) examen des hublots;
- c) examen du panneau en ciment inorganique;
- d) examen du mélange d'enrobage.

A.5.2 Fréquence d'étalonnage

L'appareillage d'essai doit être étalonné comme décrit de A.5.3 à A.5.8 à intervalles d'au moins un mois.

A.5.3 Écoulement d'air

Une plaque en acier de $610 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm} \times 356 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm} \times 2 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ doit être placée sur les potences de support du couvercle supérieur au niveau de l'extrémité d'admission d'air de la chambre d'essai au feu, au-dessus du brûleur à gaz. Ensuite, trois panneaux ciment/fibres minérales de $2,44 \text{ m} \pm 13 \text{ mm} \times 61 \text{ mm} \pm 13 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ doivent être placés pour occuper la longueur restante de la chambre d'essai au feu, disposés bord à bord sur la corniche de la chambre du four comme indiqué dans la Figure A.3. Le matériau utilisé pour le panneau doit être tel que défini en A.3.5. Le couvercle amovible de la chambre d'essai doit alors être placé en position.

L'alimentation en air doit être maintenue à $23 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$. L'humidité relative doit être maintenue à $50 \% \pm 5 \%$ au cours de l'essai.

A.5.3.1 Essai d'étanchéité à l'air

Un tirage doit être créé de façon à avoir une pression statique de 37 Pa à la colonne d'eau, lue au manomètre de tirage dans les conditions suivantes:

- a) panneau en position et couvercle amovible en place;
- b) obturateur de l'alimentation d'air ouvert à $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$;
- c) registre extraction réglé manuellement.

Ensuite, on doit fermer et rendre étanche le registre de l'extrémité de l'alimentation en air. La pression doit être augmentée d'au moins 93 Pa à la colonne d'eau en lisant cette pression sur le manomètre, ce qui indique l'absence de fuite d'air trop importante. La pression statique obtenue doit être enregistrée..

Une tendance à la baisse de la pression indique une fuite dans la chambre d'essai au feu ou dans le système d'extraction.

A.5.3.2 Essai supplémentaire d'étanchéité à l'air

Effectuer un essai supplémentaire de fuite d'air en activant un fumigène dans la chambre d'essai tout en rendant étanches l'obturateur de l'alimentation d'air et la gaine d'extraction de l'autre côté du manomètre différentiel à tube. Le fumigène doit être allumé et la chambre pressurisée à 6,2 Pa à la colonne d'eau. On doit rendre étanche tous les points de fuite observés au moyen des particules de fumée qui s'échappent.

A.5 Calibration and maintenance of test equipment

A.5.1 Maintenance

Maintenance for the apparatus, shall be conducted routinely every 30 days, which shall include the following procedures (with replacement of components as necessary):

- a) inspection of tunnel and wall bricks;
- b) inspection of windows;
- c) inspection of the inorganic cement board;
- d) inspection of the castable block mix.

A.5.2 Frequency of calibration

The test apparatus shall be calibrated as described in A.5.3 through A.5.8 at a minimum of one month intervals.

A.5.3 Airflow

A 610 mm \pm 3 mm \times 356 mm \pm 3 mm \times 2 mm \pm 1 mm steel plate shall be placed on the top cover support ledges at the air-inlet end of the fire-test chamber, over the gas burner. Then three 2,44 m \pm 13 mm \times 61 mm \pm 13 mm \times 6 mm \pm 3 mm mineral-fibre/cement boards shall be placed to fill the remaining length of the fire-test chamber, placed end-to-end on the ledge of the furnace chamber, as shown in Figure A.3. The material for the board shall be as defined in A.3.5. The removable top of the test chamber shall then be placed in position.

The air supply shall be maintained at 23 °C \pm 3 °C. Relative humidity shall be kept at 50 % \pm 5 % during the test.

A.5.3.1 Air leakage test

The draft shall be established to produce a static pressure of 37 Pa of water column reading on the draft manometer with the following conditions:

- a) board in position and removable top in place;
- b) air-inlet end shutter open 76 mm \pm 2 mm;
- c) manually adjusted exhaust damper.

The air-inlet end shutter shall then be closed and sealed. The manometer reading shall be increased to at least 93 Pa of water column, which indicates that no excessive air leakage exists. The static pressure reading obtained shall be recorded.

A downward trend in static pressure indicates leakage in the fire test chamber or exhaust system.

A.5.3.2 Supplemental air leakage test

Conduct a supplemental air leakage test by activating a smoke bomb in the fire chamber while the air-inlet shutter and exhaust duct beyond the differential manometer tube are sealed. The bomb shall be ignited and the chamber pressurized to 6,2 Pa of water column. All points of leakage observed in the form of escaping smoke particles shall be sealed.

A.5.3.3 Essai de vitesse transversale

Une mesure de tirage doit s'établir dans une plage de 17 kPa à 19 kPa à la colonne d'eau. On doit maintenir pendant toute la durée de l'essai la lecture de l'indicateur de tirage en réglant le registre commandé d'extraction.

La vitesse de l'air doit être mesurée en chacun des sept points, situés chacun à $7 \text{ m} \pm 3 \text{ mm}$ de la ligne médiane du brûleur à gaz et à $152 \text{ mm} \pm 6 \text{ mm}$ en dessous du plan des potences de support du couvercle supérieur. Ces sept points doivent être déterminés en divisant la largeur du tunnel en sept parties égales et en enregistrant la vitesse au centre géométrique de chaque partie.

Pendant la mesure de la vitesse, les blocs de turbulence doivent être enlevés et le bord d'attaque de $670 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm} \times 305 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ doit être placé à $4,9 \text{ m}$ de la ligne médiane du brûleur. L'aubage de canalisation doit diviser la section transversale de la chambre en neuf sections verticales identiques. La vitesse moyenne doit être de $1,22 \text{ m/s} \pm 0,025 \text{ m/s}$. On doit noter la pression statique à l'alimentation d'air. À la suite de l'étalonnage, cette pression doit être maintenue à $\pm 5 \%$ pour l'ensemble des essais.

A.5.4 Essai d'étalonnage du système de mesure de fumée

La source lumineuse et la cellule photo-électrique doivent être étalonnées à l'aide de 10 filtres de densité neutre avec des valeurs de 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, et 1,0. Chaque filtre doit être positionné en face de la cellule photo-électrique pour couvrir la totalité de la largeur de la trajectoire lumineuse. L'opacification de la lumière à l'aide des filtres de densité neutre doit être utilisée pour calculer la densité optique de la fumée de la façon suivante:

$$OD = \log_{10}(I_0/I)$$

où

OD est la densité optique;

I_0 est le signal de la cellule photo-électrique avec rayon clair;

I est le signal de la cellule photo-électrique avec le filtre de densité neutre.

Les valeurs calculées de OD pour chaque filtre doivent concorder à $\pm 3 \%$ des valeurs en densité neutre. La tolérance totale pour l'ensemble des filtres doit être au maximum de 1% . Dans le cas où un écart existe en dehors des tolérances requises, il faut ajuster la tension de la source lumineuse et la résistance de la cellule photo-électrique. Les réglages doivent être quantifiés par un réétalonnage.

A.5.5 Carburant

Le feu d'essai qui produit $88 \text{ kW} \pm 2 \text{ kW}$ doit être alimenté avec du méthane en bouteille d'une pureté minimale de 98% et d'un pouvoir calorifique supérieur de $37 \text{ MJ/m}^3 \pm 0,5 \text{ MJ/m}^3$, déterminé à l'aide d'un calorimètre à gaz ou selon les informations données par le fournisseur de carburant.

L'alimentation en gaz doit être réglée au départ à environ $88 \text{ kW} \pm 2 \text{ kW}$. La pression du gaz, la pression différentielle à travers la plaque percée et le volume de gaz utilisé doivent être notés pour chaque essai. Une longueur de tube cuivre en spirale sur le circuit de gaz doit être incorporée entre l'alimentation et le branchement du compteur pour compenser les erreurs potentielles au niveau du débit indiqué en raison d'une réduction de la température de gaz résultant de la chute de pression et de son expansion au niveau du régulateur.

A.5.3.3 Velocity traverse test

A draft reading shall be established within the range of 17 kPa to 19 kPa of water column. The required draft-gauge reading shall be maintained throughout the test by regulating the controlled exhaust damper.

The air velocity at each of seven points, each located $7\text{ m} \pm 3\text{ mm}$ from the centreline of the gas burner, and $152\text{ mm} \pm 6\text{ mm}$ below the plane of the top cover support ledges, shall be recorded. These seven points shall be determined by dividing the width of the tunnel into seven equal sections and recording the velocity at the geometric centre of each section.

During the measurement of velocity, the turbulence blocks shall be removed and the leading edge of the straightening vanes, $670\text{ mm} \pm 3\text{ mm} \times 305\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$, shall be placed $4,9\text{ m}$ from the centreline of the burner. The straightening vanes shall divide the chamber cross section into nine uniform vertical sections. The average velocity shall be $1,22\text{ m/s} \pm 0,025\text{ m/s}$, determined using a bi-directional probe. If deviation exists, adjust the exhaust damper position to obtain a velocity of $1,22\text{ m/s} \pm 0,025\text{ m/s}$. The air-inlet static pressure shall be recorded. Following calibration, this pressure shall be maintained to within $\pm 5\%$ for all testing.

A.5.4 Smoke measurement system calibration test

The light source and photoelectric cell shall be calibrated using 10 neutral density filters with values of 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 and 1,0. Each filter shall be positioned in front of the photoelectric cell to cover the entire width of the light path. The light obscuration using the neutral density filters shall be used to calculate the optical density of smoke as follows:

$$OD = \log_{10}(I_0/I)$$

in which

OD is the optical density;

I_0 is the clear beam photoelectric cell signal;

I is the photoelectric cell signal with the neutral density filter.

The calculated values of OD for each filter shall agree within $\pm 3\%$ of the neutral density values. The total tolerance of all filters shall be within 1% . If deviation exists outside the required tolerances, adjust light source voltage and photoelectric cell resistance. Adjustments shall be quantified by re-calibration.

A.5.5 Fuel

The test fire, which produces $88\text{ kW} \pm 2\text{ kW}$, shall be fuelled with bottled methane gas of a minimum 98% purity and with a high heating value of $37\text{ MJ/m}^3 \pm 0,5\text{ MJ/m}^3$, determined using a gas calorimeter or as documented by the fuel supplier.

The gas supply shall be adjusted initially to approximately $88\text{ kW} \pm 2\text{ kW}$. The gas pressure, the pressure differential across the orifice plate, and the volume of gas used shall be recorded in each test. A length of coiled copper tubing shall be inserted into the gas line between the supply and the metering connection to compensate for possible errors in the indicated flow because of reductions in the gas temperature associated with the pressure drop and expansion across the regulator.

L'utilisation d'autres moyens applicables de correction doit être autorisée pour autant que leur équivalence ait été démontrée en atteignant les niveaux appropriés de carburant. Une fois le tirage et l'alimentation en gaz ajustés, comme indiqué en A.5.3.3 et dans ce paragraphe, la flamme d'essai doit s'allonger vers le bas sur une distance de 1,37 m sur les échantillons, avec une extension négligeable vers le haut.

A.5.6 Essai de panneaux inorganiques en ciment armé

A.5.6.1 Préchauffage

La chambre d'essai au feu doit être préchauffée avec la plaque d'acier décrite en A.5.3 et une couche de panneaux ciment/fibres minérales de dimensions nominales 6 mm en épaisseur \times 2,4 m en long, suffisamment larges pour être positionnés sur la corniche du four comme indiqué en Figure A.3, le matériau utilisé pour le panneau comme défini en A.5.5, et le couvercle amovible étant en place. L'alimentation en carburant, méthane ou gaz naturel doit être réglée au débit requis pour produire une flamme de $88 \text{ kW} \pm 2 \text{ kW}$, l'obturateur d'alimentation en air calé sur une ouverture de $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$.

Le préchauffage doit être poursuivi jusqu'à obtention d'une température de $66 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ indiquée au thermocouple du sol implanté à $7,09 \text{ m} \pm 13 \text{ mm}$. La chambre d'essai au feu doit pouvoir refroidir jusqu'à ce que le thermocouple de sol implanté à $3,96 \text{ m}$ indique une température de $41 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Le préchauffage sert à créer les conditions qui existent à la suite d'essais successifs et à indiquer le niveau de commande de l'apport de chaleur dans la chambre d'essai.

A.5.6.2 Essai de l'historique de température

La plaque d'acier, trois panneaux ciment/fibres minérales de 2,4 m de long, et le couvercle amovible doivent être placés comme indiqué en A.5.6.1. L'alimentation en carburant, le méthane, doit être réglée au débit requis pour produire une flamme de $88 \text{ kW} \pm 2 \text{ kW}$, l'obturateur d'alimentation en air calé sur une ouverture de $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ pour une période d'essai de 10 min. Les températures indiquées par le thermocouple dans l'air de la chambre d'essai situé à $7,01 \text{ m}$ doivent être enregistrées au maximum à des intervalles de 15 s.

L'historique de température du thermocouple dans l'ambiance de la chambre à $7,01 \text{ m}$ doit être comparé à l'historique de température enregistré aux mêmes intervalles sur la courbe représentative de la température en fonction du temps donnée dans la Figure A.9. S'il se produit une variation sensible par rapport aux températures données dans la courbe représentative de préchauffage en raison de variations au niveau des caractéristiques du gaz utilisé, des réglages doivent être faits et un nouvel essai doit être réalisé avant de continuer.

Other applicable means of correction shall be permitted to be used, provided equivalence has been demonstrated by reaching the appropriate fuel levels. With the draft and the gas supplies adjusted, as indicated in A.5.3.3 and in this paragraph, the test flame shall extend downstream to a distance of 1,37 m over the specimens, with negligible upstream coverage.

A.5.6 Reinforced inorganic cement board test

A.5.6.1 Temperature preheat

The fire-test chamber shall be preheated with the steel plate described in A.5.3 and one layer of nominally 6 mm thick × 2,4 m long mineral-fibre/cement board, wide enough to be placed on the ledge of the furnace chamber as shown in Figure A.3, with the material for the board as defined in A.5.5, and with the removable top in place. The fuel supply, methane or natural gas shall be adjusted to the required flow to produce a $88 \text{ kW} \pm 2 \text{ kW}$ flame, with the air-inlet shutter providing an opening of $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$.

Preheating shall be continued until the temperature indicated by the floor thermocouple at $7,09 \text{ m} \pm 13 \text{ mm}$ reaches $66 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$. The fire-test chamber shall be allowed to cool until the floor thermocouple at $3,96 \text{ m}$ shows a temperature of $41 \text{ }^\circ\text{C} \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$.

The preheating is for the purpose of establishing the conditions that exist following successive tests and to indicate control of the heat input into the test chamber.

A.5.6.2 Temperature history test

The steel plate, three 2,4 m long mineral-fibre/cement boards, and the removable top shall be placed, as in A.5.6.1. The fuel supply, methane gas, shall be adjusted to the required flow to produce a $88 \text{ kW} \pm 2 \text{ kW}$ flame, with the air-inlet shutter providing an opening of $76 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$, for a test period of 10 min. The temperatures indicated by the thermocouple in the fire-test chamber air at $7,01 \text{ m}$ shall be recorded at a maximum of 15-second intervals.

The temperature history of the thermocouple in the chamber air at $7,01 \text{ m}$ shall be compared to the temperature history taken at the same intervals from the representative curve of temperature as a function of time shown in Figure A.9. If appreciable variation from the temperatures shown in the representative preheat curve occurs because of variations in the characteristics of the gas used, adjustments shall be made and the test conducted again prior to proceeding.

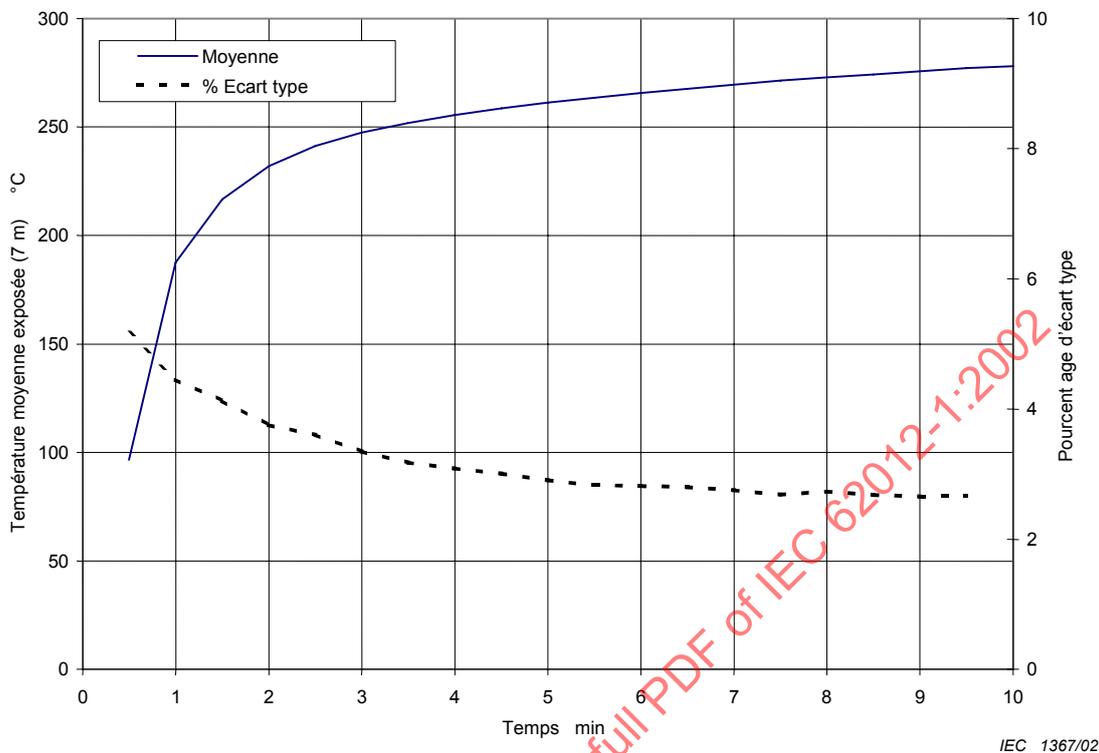


Figure A.9- Historique de la température du panneau inorganique en ciment armé mesurée au thermocouple dans l'air ambiant (7 m)

A.5.7 Essai sur conducteur isolé standard

Une procédure de vérification doit utiliser un conducteur isolé standard de caractéristiques connues en termes de distance parcourue par la flamme, de densité optique moyenne et de densité optique de crête. Le conducteur isolé standard à utiliser est un conducteur en cuivre recuit d'un diamètre nominal de 1,627 mm d'un échantillon de polyfluorure de vinylidène (PVDF) extrudé de diamètre extérieur nominal de 5,7 mm. Au cours de l'essai, on doit utiliser un total de 50 longueurs d'échantillons. Le conducteur doit être essayé avec la même procédure que celle décrite à l'Article A.7 pour déterminer la distance parcourue par la flamme, la densité optique moyenne de la fumée et la densité optique de crête de la fumée.

Il a été déterminé comme suit les caractéristiques de fonctionnement représentatives du conducteur isolé standard:

	Ecart type	
Distance maximale parcourue par la flamme	0,6	0,5
Densité optique moyenne de la fumée	0,12	0,07
Densité optique de crête de la fumée	0,31	0,02

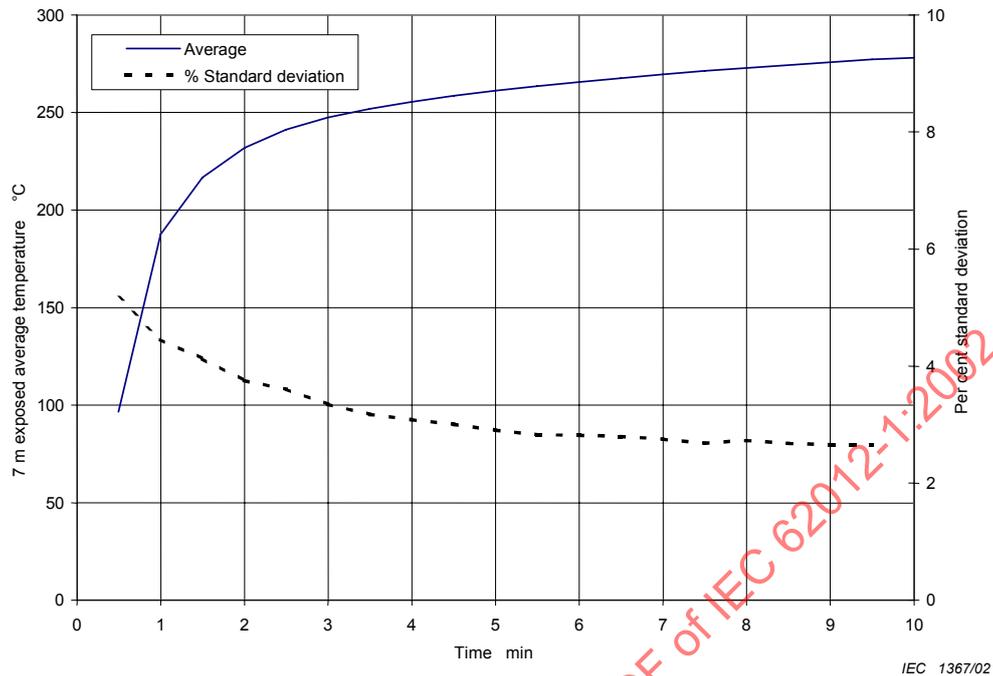


Figure A.9 – Temperature history of inorganic reinforced cement board at thermocouple in air (7 m)

A.5.7 Standard insulated conductor test

A verification procedure shall utilize a standardized insulated conductor with known characteristics of flame travel distance, average optical density, and peak optical density. The standardized insulated conductor to be used is a nominal 5,7 mm outer diameter of specimen of extruded polyvinylidene fluoride (PVDF), with a nominal 1,627 mm diameter annealed copper conductor. A total of 50 specimen lengths shall be used in the test. The conductor shall be tested with the same procedure as described in Clause A.7 to determine flame travel distance, average optical density of smoke, and peak optical density of smoke.

The representative performance results of the standard insulated conductor have been determined to be as follows:

	Standard deviation	
Maximum flame travel distance	0,6	0,5
Average optical density of smoke	0,12	0,07
Peak optical density of smoke	0,31	0,02

A.5.8 Procédures d'étalonnage de la vitesse de dégagement de chaleur

A.5.8.1 Étalonnage de l'analyseur

L'analyseur d'oxygène doit être remis à zéro et réglé en étendue de mesure avant de commencer les essais chaque jour. L'analyseur à zéro est réglé en introduisant de l'azote pur à 100 % dans l'instrument aux mêmes pressions et débits que ceux établis pour les échantillons de gaz. L'étendue de mesure de l'analyseur est réglée en introduisant de l'air ambiant via la sonde d'échantillonnage et en ajustant l'étendue à 20,95 % d'oxygène. On poursuit le processus de réglages de zéro et de l'étendue de mesure jusqu'à obtention d'une précision ne nécessitant plus de réglages. Une fois le réglage de zéro et de l'étendue de mesure réalisés, la linéarité de la courbe de réponse de l'analyseur doit être vérifiée en introduisant un gaz en bouteille de concentration connue en oxygène (par exemple, 19 % d'oxygène) dans l'analyseur. La temporisation de l'analyseur est vérifiée en introduisant de l'air ambiant dans l'analyseur et en notant la durée nécessaire pour que l'analyseur atteigne 90 % de la lecture finale.

A.5.8.2 Temporisation

La temporisation de l'analyseur d'oxygène doit être déterminée aux vitesses de débit utilisées au cours de l'essai. On allume le brûleur, on le laisse atteindre un état stabilisé et on l'arrête. La temporisation de l'analyseur doit être déterminée comme étant la différence entre la durée nécessaire au brûleur pour atteindre un état stabilisé et la durée à laquelle l'indication de l'analyseur atteint 90 % de la lecture finale. La temporisation doit être utilisée pour décaler toutes les indications subséquentes relatives à l'oxygène.

A.5.8.3 Essai d'étalonnage

Un essai d'étalonnage de dégagement de chaleur de 5 min doit être réalisé au début de chaque jour d'essai. L'instrumentation de mesure de dégagement de chaleur doit être étalonnée en brûlant du méthane et en comparant le dégagement total de chaleur mesuré à partir de la consommation d'oxygène et le dégagement total de chaleur calculé à partir de l'alimentation mesurée en gaz. Les valeurs de chaleur de combustion du méthane, 50,0 MJ/kg, et la chaleur de combustion correspondante par kg d'oxygène consommé, 12,54 MJ/kg, sont utilisées pour les calculs. La constante d'étalonnage, C_f , se calcule à l'aide de l'équation suivante:

$$C_f = \frac{\text{taux de dégagement de chaleur basé sur le gaz consommé}}{\text{dégagement de chaleur basé sur la calorimétrie}} = \frac{\text{dégagement de chaleur basé sur la calorimétrie}}{\text{taux moyen de dégagement de chaleur du brûleur en état stabilisé}}$$

Par exemple, cette équation prend la forme suivante:

$$C_f = \frac{32\,785\,V}{(\Delta t \sum_{i=1}^{N-1} 0,5 (HRR_{i+1} + HRR_i)) / 180}$$

où

32 785 (kJ/m³) = chaleur produite (kJ) par unité de volume (m³) de méthane à 25 °C;

V est la vitesse de débit du méthane alimentant le brûleur (m³/s);

Δt est la périodicité du balayage exprimée en secondes = 2;

HRR est le taux de dégagement de chaleur calculé selon l'équation de l'Article A.9, où $C_f = 1$;

i est le $i^{\text{ème}}$ point de donnée;

A.5.8 Procedures for calibration of heat-release rate measurement equipment

A.5.8.1 Analyser calibration

The oxygen analyser shall be zeroed and spanned prior to the start of each day of testing. The analyser is zeroed by introducing 100 % nitrogen gas to the instrument at the same pressure and flow rate as set for sample gases. The analyser is spanned by introducing ambient duct air via the sample probe and adjusting the span to 20,95 % oxygen. The spanning and zeroing process is continued until adjustment-free accuracy is obtained. Following zeroing and spanning, linearity of the analyser response curve shall be verified by introducing bottled gas of a known oxygen concentration (for example, 19 % oxygen) to the analyser. The delay time of the analyser is checked by introducing ambient duct air to the analyser and noting the time the analyser readings reach 90 % of the final reading.

A.5.8.2 Delay time

The delay time of the oxygen analyser shall be determined at the flow velocities to be used during the test. The burner is ignited, allowed to reach steady state, and then turned off. The delay time of the analyser shall be determined as the difference between the time when steady state of the burner is reached and the time when the analyser reading reaches 90 % of the final reading. The delay time shall be used to time-shift all subsequent oxygen readings.

A.5.8.3 Calibration test

A five-minute heat-release calibration test shall be performed at the start of testing each day. The heat-release measurement instrumentation shall be calibrated by burning methane gas and comparing the total heat release measured from oxygen consumption and total heat release calculated from the metered gas input. The methane values for heat of combustion, 50,0 MJ/kg, and the corresponding heat of combustion per kg of oxygen consumed, 12,54 MJ/kg, are used for the calculations. The calibration constant, C_f , is calculated using the following equation:

$$C_f = \frac{\text{heat - release rate based on gas consumed}}{\text{heat release based on calorimetry}} = \frac{\text{gas flow rate} \times \text{heat content of gas}}{\text{average heat - release rate of burner at steady state}}$$

For example, this equation takes the following form:

$$C_f = \frac{32\,785\,V}{(\Delta t \sum_{i=1}^{N-1} 0,5 (HRR_{i+1} + HRR_i)) / 180}$$

in which

32 785 (kJ/m³) = the heat produced (kJ) per unit volume (m³) of methane at 25 °C;

V is the methane gas flow rate supplied to the burner (m³/s);

Δt is the scan time in seconds = 2;

HRR is the heat-release rate as calculated using the equation in Clause A.9, with $C_f = 1$

i is the i^{th} data point;

N	est le nombre de points de données obtenus entre 60 s et 240 s;
HRR_i	est la valeur de dégagement de chaleur en partant de $i = 1$ à $i = N - 1$;
180	= 60 % de la durée d'essai (secondes) pendant laquelle le brûleur est en état stabilisé.

La constante d'étalonnage sert à régler le taux de dégagement de chaleur mesuré au cours de l'essai pour obtenir le taux réel de dégagement de chaleur. La formule pour calculer le taux de dégagement de chaleur est spécifié à l'Article A.9.

A.6 Préparation de l'échantillon en essai

A.6.1 Conditionnement de l'échantillon

Avant l'essai, tous les échantillons de câbles doivent être conditionnés au minimum pendant 24 h, sous environnement contrôlé, à une température de $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et à une humidité relative de $50\% \pm 5\%$. Les échantillons qui sont fournis sur bobines doivent être débarrassés de leur emballage et les boîtes doivent être ouvertes pour effectuer le conditionnement.

A.6.2 Détermination du diamètre de l'échantillon

Le diamètre de l'échantillon doit être déterminé à l'aide soit d'une ceinture, soit d'un pied à coulisse à vernier, ou d'un micromètre d'une précision de 0,025 mm.

La ceinture doit être adaptée aux échantillons qui sont uniformément ronds. La ceinture doit être enroulée serrée autour de l'échantillon, mais pas trop pour ne pas comprimer l'échantillon. On doit prendre comme diamètre de l'échantillon la moyenne arithmétique de trois lectures réparties sur 0,3 m de longueur d'échantillon.

Le pied à coulisse à vernier doit être autorisé pour toutes les tailles d'échantillon de câbles et on doit envisager son usage pour les câbles de petits diamètres dont la section transversale n'est pas uniforme.

Dans le cas où l'échantillon est rond, le pied à coulisse doit être amené doucement autour du câble, en prenant soin ne pas le comprimer, et la lecture doit être effectuée. La mesure doit être répétée au moins cinq fois sur une longueur 0,3 m de câble. On doit prendre comme diamètre de l'échantillon la moyenne arithmétique de cinq lectures.

Dans le cas où l'échantillon présente une section transversale non uniforme, avec un rapport largeur/épaisseur inférieur à 2:1, on doit prendre trois mesures sur des parties larges et trois mesures sur des parties étroites de l'échantillon. On doit prendre comme diamètre de l'échantillon la moyenne arithmétique des six lectures.

Dans le cas où le rapport largeur/épaisseur est supérieur à 2:1, alors la largeur de l'échantillon doit être prise comme diamètre de l'échantillon. La largeur de l'échantillon doit être mesurée en six endroits répartis sur une longueur de 0,3 m de câble. On doit prendre comme diamètre de l'échantillon la moyenne arithmétique des six lectures.

L'usage du micromètre doit être autorisé pour un échantillon de câble présentant une section transversale uniforme. On doit prendre cinq mesures du diamètre de l'échantillon réparties sur une longueur de 0,3 m de câble. On doit prendre comme diamètre de l'échantillon la moyenne arithmétique des cinq lectures.

A.6.3 Nombre de longueurs de câble

Le nombre de longueurs de câble utilisé dans un essai doit être calculé comme suit:

- le nombre de longueurs de câble doit être égal au rapport entre 285,75 mm (largeur du chemin de câble) et le diamètre de l'échantillon (en mm);

- N is the number of data points from 60 s to 240 s;
 HRR_i is the heat-release value from $i = 1$ to $i = N - 1$;
180 = 60 % of test time (seconds) during which the burner is at steady state.

The calibration constant is employed to adjust the heat-release rate measured during testing to obtain the actual heat-release rate. The formula for calculating the rate of heat release is specified in Clause A.9.

A.6 Test specimen preparation

A.6.1 Specimen conditioning

Prior to testing, all cable specimens shall be conditioned for a minimum of 24 h, in a controlled environment, at a temperature of $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ and a relative humidity of $50\% \pm 5\%$. Specimens that are supplied on reels shall have any wrapping removed and boxes opened for conditioning.

A.6.2 Determination of specimen diameter

The specimen diameter shall be determined using either a diameter tape, vernier caliper, or a micrometer with an accuracy of 0,025 mm.

The diameter tape shall be appropriate for specimens that are uniformly round. The tape shall be wrapped tightly around the specimen, but not so tightly that the specimen is compressed. An arithmetic average of three readings over 0,3 m length of the specimen shall be used as the specimen diameter.

The vernier caliper shall be permitted to be used for all sizes of cable specimens and shall be considered for small diameter cables that are non-uniform in cross-section.

If the specimen is round, the caliper shall be closed gently around the cable, carefully so as not to compress it, and the reading shall be taken. The measurement shall be repeated a minimum of five times over a length of 0,3 m of cable. The arithmetic average of the five readings shall be used as the cable specimen diameter.

If the specimen is non-uniform in cross-section, with the width-to-thickness ratio less than 2:1, three measurements shall be taken at the wide points, and three measurements shall be taken at the narrow points of the specimen. The arithmetic average of the six readings shall be used as the specimen diameter.

If the width-to-thickness ratio is greater than 2:1, then the width of the specimen shall be used as the specimen diameter. The width of the specimen shall be measured at six locations on a 0,3 m length of the cable. The arithmetic average of the six readings shall be used as the specimen diameter.

The micrometer shall be permitted to be used for a cable specimen with a uniform cross section. Five measurements of the specimen diameter over a 0,3 m length of the cable shall be taken. The arithmetic average of the five readings shall be used as the specimen diameter.

A.6.3 Number of cable lengths

The number of cable lengths used in the test shall be calculated as follows:

- a) the number of the cable lengths shall equal 285,75 mm (width of the cable tray) divided by the diameter of the specimen (in mm);

- b) le nombre d'échantillons de câble doit être égal au rapport entre la largeur intérieure mesurée de la grille et le diamètre du câble déterminé à l'aide d'une ceinture ou d'un équivalent (voir A.6.2). Le résultat de la division doit être arrondi au nombre entier inférieur le plus proche d'échantillons qui peuvent rentrer sur la grille, en tenant compte de la présence des fixations des câbles.

A.6.4 Installation du câble

Les échantillons doivent être disposés sur la grille en parallèle, en rangées droites sans laisser d'autre espace entre deux échantillons adjacents que celui nécessité par la fixation décrite ci-dessous.

Des attaches en fils de cuivre dénudés de diamètre nominal inférieur à 1,02 mm doivent être utilisées pour fixer les échantillons de câble aux barreaux du chemin de câbles en deux endroits à savoir, les fils doivent être fixés au premier barreau situé près de l'alimentation d'air et au dernier barreau situé près de l'extrémité d'extraction.

A.7 Procédures d'essai

A.7.1 Procédures d'essai de mesure de la distance de propagation de la flamme et de la fumée

Au début de chaque jour d'essai, le four doit être préchauffé comme décrit de A.5.6.1 à A.5.6.2.

On doit laisser refroidir le four comme indiqué en A.5.6.1.

Le chemin de câbles et les potences doivent être placés dans la chambre d'essai comme indiqué dans la Figure A.3 et décrit en A.3.13, l'extrémité de la grille du côté de l'extrémité de l'alimentation d'air et à moins de 25 mm en aval de la ligne médiane des brûleurs.

Les échantillons de câble doivent être installés comme décrit en A.6.4. Dans le cas où l'on utilise un seul chemin de câble, on peut installer les échantillons de câble avant de placer le chemin de câbles dans la chambre.

La plaque d'acier doit être positionnée dans la chambre d'essai au feu comme décrit en A.5.3. Un panneau en ciment/fibres minérales de 6 mm × 1,22 m × 0,6 m de section doit être placé sur les corniches de support du couvercle supérieur de la chambre du four, pour avoir un chevauchement maximal de 76 mm de la plaque d'acier, comme indiqué sur la Figure A.3 à l'extrémité du feu. La partie haute amovible de la chambre d'essai, protégée par un panneau plein en ciment/fibres minérales, doit être placée en position au-dessus de la corniche latérale du four.

L'obturateur d'alimentation d'air doit être placé en position pour créer une ouverture de 76 mm ± 2 mm. Pour conserver un contrôle du débit d'air tout au long du déroulement de chaque essai, on doit contrôler le registre sur la gaine d'extraction par un système de feed-back en boucle fermée en ce qui concerne l'indicateur de pression statique du tirage de l'alimentation d'air. On doit maintenir tout au long de l'essai l'alimentation en air à une température de 23 °C ± 3 °C et à une humidité relative de 50 % ± 5 %. La pression de la chambre d'essai doit être maintenue de 0 Pa à 12 Pa à la colonne d'eau de plus que la pression barométrique ambiante.

Le système de mesure de fumée doit être vérifié pour s'assurer d'une densité optique de zéro.

- b) the number of cable specimens shall equal the measured inside width of the rack divided by the cable diameter as determined using a diameter tape or equivalent (see A.6.2). The result of the division shall be rounded off to the nearest lower whole number of specimens that fit in the tray, with consideration for the presence of cable fasteners.

A.6.4 Cable mounting

The specimens shall be laid into the tray in parallel, straight rows with no space between adjacent specimens other than that needed for the cable fasteners described below.

Bare copper tie wires not greater than nominal 1,02 mm diameter shall be used to fasten cable specimens to the rungs of the cable tray at two positions – that is, wires shall be tied to the first rung near the air-inlet end and to the last rung near the exhaust end.

A.7 Test procedures

A.7.1 Flame propagation distance and smoke measurement test procedure

At the start of each test day the furnace shall be preheated as described in A.5.6.1 to A.5.6.2.

The furnace shall be cooled as described in A.5.6.1.

The cable tray and supports shall be placed in the test chamber as shown in Figure A.3 and described in A.3.13, with the tray end at the air-inlet end and not more than 25 mm downstream from the centreline of the burners.

The cable specimens shall be installed as described in A.6.4. If a single cable tray is used, cable specimens can be installed prior to placing the cable tray in the chamber.

The steel plate shall be placed in the fire-test chamber, as described in A.5.3. One 6 mm × 1,22 m × 0,6 m section of mineral-fibre/cement board shall be placed on the top cover support ledges of the furnace chamber, to overlap the steel plate a maximum of 76 mm, as shown in Figure A.3 at the fire end. The removable test chamber top, protected by a full mineral fiber/cement board, shall be placed in position on top of the furnace side ledge.

The air-inlet shutter shall be placed in position to provide an opening of 76 mm ± 2 mm. To maintain airflow control throughout each test run, the exhaust duct damper shall be controlled by a closed-loop feedback system with respect to the air-inlet draft gauge static pressure. Throughout the test the air supply shall be maintained at a temperature of 23 °C ± 3 °C and a relative humidity of 50 % ± 5 %. Test room pressure shall be maintained at 0 Pa to 12 Pa of water column greater than ambient barometric pressure.

The smoke measurement system shall be checked to ensure zero optical density.