

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61482-1-2

Première édition
First edition
2007-01

**Travaux sous tension –
Vêtements de protection contre les dangers
thermiques d'un arc électrique –**

**Partie 1-2:
Méthodes d'essai – Méthode 2: Détermination
de la classe de protection contre l'arc
de matériaux et de vêtements au moyen
d'un arc dirigé et contraint (enceinte d'essai)**

**Live working –
Protective clothing against the thermal hazards
of an electric arc –**

**Part 1-2:
Test methods – Method 2: Determination
of arc protection class of material and clothing
by using a constrained and directed arc (box test)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61482-1-2:2007

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61482-1-2

Première édition
First edition
2007-01

**Travaux sous tension –
Vêtements de protection contre les dangers
thermiques d'un arc électrique –**

**Partie 1-2:
Méthodes d'essai – Méthode 2: Détermination
de la classe de protection contre l'arc
de matériaux et de vêtements au moyen
d'un arc dirigé et contraint (enceinte d'essai)**

**Live working –
Protective clothing against the thermal hazards
of an electric arc –**

**Part 1-2:
Test methods – Method 2: Determination
of arc protection class of material and clothing
by using a constrained and directed arc (box test)**

© IEC 2007 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	12
3 Termes, définitions et symboles	12
4 Principe des méthodes d'essai	22
4.1 Méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux	22
4.2 Méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement	22
5 Signification et utilisation des méthodes d'essai	22
6 Appareillage d'essai	24
6.1 Enceinte d'essai pour les deux méthodes	24
6.2 Méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux	28
6.3 Méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement	32
6.4 Alimentation électrique et électrodes	32
6.5 Caractéristiques de l'arc électrique	34
6.6 Système de mesure et d'acquisition de données	34
7 Précautions	36
8 Préparation des éprouvettes	36
8.1 Description des éprouvettes d'essai	36
8.2 Conditionnement par lavage des éprouvettes d'essai	38
8.3 Préconditionnement des éprouvettes d'essai	38
9 Etalonnage	38
9.1 Pré-étalonnage du système d'acquisition de données	38
9.2 Vérification de l'étalonnage du calorimètre	38
9.3 Etalonnage de l'exposition à l'arc	38
9.4 Etalonnage du circuit d'essai électrique et essais	40
9.5 Confirmation du réglage de l'appareillage d'essai	40
9.6 Préparation et conditionnement de l'enceinte	40
10 Précautions et entretien de l'appareillage	42
10.1 Reconditionnement de surface des capteurs	42
10.2 Entretien de la plaque d'essai et des mannequins	42
10.3 Entretien des électrodes	42
11 Procédures d'essai	42
11.1 Paramètres d'essai	42
11.2 Nombre d'essais	44
11.3 Conditions d'essais et température initiale	44
11.4 Montage de l'éprouvette	44
11.5 Description de l'éprouvette	44
12 Interprétation des résultats	46
12.1 Transfert de chaleur	46
12.2 Examen visuel	48
12.3 Résultats d'essai	50
13 Rapport d'essai	50
Bibliographie	54

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references	13
3 Terms, definitions and symbols	13
4 Principle of the test methods	23
4.1 Material box test method	23
4.2 Garment box test method	23
5 Significance and use of the test methods.....	23
6 Test apparatus	25
6.1 Test box for both methods	25
6.2 Material box test method	29
6.3 Garment box test method	33
6.4 Electric supply and electrodes	33
6.5 Electric arc characteristics.....	35
6.6 Measurement and data acquisition system.....	35
7 Precautions	37
8 Specimen preparation.....	37
8.1 Description of the test specimens	37
8.2 Laundry conditioning of test specimens	39
8.3 Pre-conditioning of the test specimens	39
9 Calibration.....	39
9.1 Data acquisition system pre-calibration.....	39
9.2 Calorimeter calibration check	39
9.3 Arc exposure calibration	39
9.4 Calibration of the electric test circuit and testing.....	41
9.5 Confirmation of test apparatus setting	41
9.6 Preparing and conditioning of the box	41
10 Apparatus care and maintenance	43
10.1 Surface reconditioning of the sensors.....	43
10.2 Care of test plate and mannequin.....	43
10.3 Care of electrodes.....	43
11 Test procedures	43
11.1 Test parameters	43
11.2 Number of tests.....	45
11.3 Test conditions and initial temperature	45
11.4 Specimen mounting.....	45
11.5 Specimen description	45
12 Interpretation of results	47
12.1 Heat transfer	47
12.2 Visual inspection	49
12.3 Test result	51
13 Test report.....	51
Bibliography.....	55

Figure 1 – Enceinte d'essai	26
Figure 2 – Montage d'essai	28
Figure 3 – Plaque d'essai avec capteurs (calorimètre dans le panneau de montage)	30

Tableau 1 – Valeurs moyennes confirmées statistiquement de l'énergie incidente à exposition directe.....	40
Tableau 2 – Plages de l'énergie d'arc admissible.....	40
Tableau 3 – Paramètres d'essai pour les Classes 1 et 2	42
Tableau 4 – Tolérance des tissus humains à la chaleur et aux brûlures du second degré	48
Tableau 5 – Critères d'acceptation pour les essais réalisés sur les matériaux.....	50
Tableau 6 – Critères d'acceptation pour les essais réalisés sur les articles d'habillement	50

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61482-1-2:2007

Figure 1 – Test box	27
Figure 2 – Test set up	29
Figure 3 – Test plate with sensors (calorimeter in mounting board)	31
Table 1 – Statistically confirmed mean values of the direct exposure incident energy	41
Table 2 – Ranges of the permissible arc energy.....	41
Table 3 – Test parameters for Classes 1 and 2.....	43
Table 4 – Human tissue tolerance to heat, second degree burn	49
Table 5 – Acceptance criteria for tests on materials	51
Table 6 – Acceptance criteria for tests on garments.....	51

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61482-1-2:2007

Withdrawing

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRAVAUX SOUS TENSION – VÊTEMENTS DE PROTECTION CONTRE LES DANGERS THERMIQUES D'UN ARC ÉLECTRIQUE –

Partie 1-2: Méthodes d'essai – Méthode 2: Détermination de la classe de protection contre l'arc de matériaux et de vêtements au moyen d'un arc dirigé et contraint (enceinte d'essai)

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 61482-1-2 a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Travaux sous tension.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
78/657/CDV	78/687/RVC

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIVE WORKING – PROTECTIVE CLOTHING AGAINST THE THERMAL HAZARDS OF AN ELECTRIC ARC –

Part 1-2: Test methods – Method 2: Determination of arc protection class of material and clothing by using a constrained and directed arc (box test)

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 61482-1-2 has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

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

Enquiry draft	Report on voting
78/657/CDV	78/687/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61482, présentées sous le titre général *Travaux sous tension – Vêtements de protection contre les dangers thermiques d'un arc électrique*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61482-1-2:2007

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

A list of all parts of the IEC 61482 series, under the general title *Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61482-1-2:2007

TRAVAUX SOUS TENSION – VÊTEMENTS DE PROTECTION CONTRE LES DANGERS THERMIQUES D'UN ARC ÉLECTRIQUE –

Partie 1-2: Méthodes d'essai – Méthode 2: Détermination de la classe de protection contre l'arc de matériaux et de vêtements au moyen d'un arc dirigé et contraint (enceinte d'essai)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61482 spécifie des méthodes d'essai des matériaux et des articles d'habillement destinés à être utilisés pour les vêtements résistant à la chaleur et à la flamme, pour les travailleurs exposés aux arcs électriques. Par opposition aux méthodes d'essai de la CEI 61482-1-1¹⁾, un arc électrique dirigé et contraint dans un circuit basse tension est utilisé pour classer les matériaux et les vêtements dans les classes de protection contre l'arc définies.

Les méthodes d'essai spécifiées dans le présent document ont pour objectif de statuer si la protection thermique contre l'arc est satisfaite dans des conditions définies. Deux classes de protection sont soumises aux essais. La classe de protection 1 et la classe de protection 2 sont des exigences de sécurité traitant des risques potentiels réels dus aux arcs électriques sur défaut.

NOTE 1 Il peut y avoir des risques plus élevés en pratique. Il convient qu'une analyse des risques clarifie le risque réel.

Les méthodes d'essai ne sont pas destinées à mesurer la valeur de performance thermique de l'arc (ATPV; en anglais *Arc Thermal Performance Value*). Les méthodes déterminant la valeur de performance thermique de l'arc sont prescrites dans la CEI 61482-1-1.

La présente norme spécifie des essais avec lesquels il est possible d'évaluer les matériaux et les vêtements de protection en se basant sur l'utilisation d'un arc électrique dirigé et contraint dans des conditions de laboratoire définies (enceinte d'essai). Un scénario pratique est choisi, concernant le montage d'essai et les conditions d'essai, ainsi que les paramètres électriques et de construction.

Pour les essais, une procédure basse tension est utilisée. Les essais peuvent être effectués au choix selon deux classes d'essai fixes, choisies par la quantité de courant de court-circuit présumé:

Classe 1 4 kA;

Classe 2 7 kA.

La durée de l'arc est définie à 500 ms dans les deux classes d'essais.

NOTE 2 Ces conditions représentent par exemple les conditions d'environnement à basse tension durant un défaut électrique.

Les matériaux et les vêtements seront soumis aux essais selon deux méthodes: la méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux et la méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement.

1) La CEI 61482-1 Ed.1 est actuellement en cours de révision. La prochaine édition sera numérotée CEI 61482-1-1.

LIVE WORKING – PROTECTIVE CLOTHING AGAINST THE THERMAL HAZARDS OF AN ELECTRIC ARC –

Part 1-2: Test methods –

Method 2: Determination of arc protection class of material and clothing by using a constrained and directed arc (box test)

1 Scope

This part of IEC 61482 specifies methods to test material and garments intended for use in heat- and flame-resistant clothing for workers exposed to electric arcs. In contrast to the test methods in IEC 61482-1-1¹⁾ a directed and constrained electric arc in a low voltage circuit is used to classify material and clothing in defined arc protection classes.

The test methods specified in this document are aimed at rendering a decision whether arc thermal protection is met under defined conditions. Two protection classes are tested. Protection class 1 and protection class 2 are safety requirements covering actual risk potentials due to electric fault arcs.

NOTE 1 In practice there can be higher risks. A risk analysis should clarify the actual risk.

The test methods are not directed toward measuring the arc thermal performance value (ATPV). Methods determining the ATPV are prescribed in IEC 61482-1-1.

This standard specifies tests with which it is possible to evaluate materials and protective clothing based on the use of a directed and constrained electric arc under defined laboratory conditions (box-test). A practical scenario concerning test set-up and test conditions, electrical and constructional parameters is selected.

For the tests a low voltage procedure is used. The tests can optionally be carried out in two fixed test classes, selected by the amount of prospective short circuit current:

Class 1 4 kA;

Class 2 7 kA.

The defined duration of the electric arc is 500 ms in both test classes.

NOTE 2 These conditions represent e.g. low voltage environmental conditions during an electric fault.

Materials and clothing will be tested with two methods: the material box test method and the garment box test method.

¹⁾ IEC 61482-1, Ed.1 (2002) is currently under revision. The next edition will be numbered IEC 61482-1-1.

La méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux est utilisée pour mesurer et trouver une réponse des matériaux à une exposition à l'arc lors de l'essai en une configuration plane. Une mesure quantitative de la performance thermique à l'arc est effectuée au moyen de l'énergie transmise à travers le matériau.

La méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement est utilisée pour soumettre aux essais la fonction du vêtement de protection après une exposition à l'arc, y compris toutes les fournitures de confection, le fil de couture, les fermetures et les autres accessoires; aucun flux thermique ne sera mesuré.

Les essais se rapportent aux effets thermiques de l'arc; ils ne s'appliquent pas aux autres effets tels que le bruit, les émissions de lumière, la montée de pression, l'huile chaude, les chocs électriques, les conséquences des chocs physiques et mentaux ou les influences toxiques.

2 Références normatives

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

CEI 60584-1, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Tables de référence*

ISO 3175-2, *Textiles – Entretien professionnel, nettoyage à sec et nettoyage à l'eau des étoffes et des vêtements – Partie 2: Mode opératoire pour tester l'efficacité du nettoyage après finissage lors du traitement au tétrachloroéthylène*

ISO 6330, *Textiles – Méthodes de lavage et de séchage domestiques en vue des essais des textiles*

ISO 9151, *Vêtements de protection contre la chaleur et les flammes – Détermination de la transmission de chaleur à l'exposition d'une flamme*

3 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et symboles suivants s'appliquent.

3.1 courant d'arc

I_{arc}
courant circulant réellement dans le circuit d'essai électrique au cours de la durée d'arc (à travers l'arc); exprimé par la valeur efficace de la moyenne au cours de la durée d'arc

NOTE 1 Le courant d'arc est exprimé en A.

NOTE 2 Le courant d'arc circulant au cours de la durée d'arc fluctue en raison de l'impédance d'arc non linéaire variant de façon stochastique dans le temps.

3.2 durée d'arc

durée de temps de l'arc

NOTE La durée d'arc est exprimée en s.

The material box test method is used to measure and find material response to an arc exposure when tested in a flat configuration. A quantitative measurement of the arc thermal performance is made by means of the energy transmitted through the material.

The garment box test method is used to test the function of the protective clothing after an arc exposure, including all the garment findings, sewing tread, fastenings and other accessories; no heat flux will be measured.

Testing refers to the thermal arc effects; it does not apply to other effects like noise, light emissions, pressure rise, hot oil, electric shock, the consequences of physical and mental shock or toxic influences.

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 60584-1, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*

ISO 3175-2, *Textiles – Professional care, drycleaning and wetcleaning of fabrics and garments – Part 2: Procedure for testing performance when cleaning and finishing using tetrachloroethene*

ISO 6330, *Textiles – Domestic washing and drying procedures for textile testing*

ISO 9151, *Protective clothing against heat and flame – Determination of heat transmission on exposure to flame*

3 Terms, definitions and symbols

For the purposes of this document, the following terms, definitions and symbols apply.

3.1

arc current

I_{arc}

current actually flowing in the electric test circuit during arc duration (through the arc); as r.m.s. value the average during arc duration

NOTE 1 Arc current is expressed in A.

NOTE 2 The arc current flowing during arc duration fluctuates due to the non-linear arc impedance stochastically varying with time.

3.2

arc duration

time duration of the arc

NOTE Arc duration is expressed in s.

3.3

énergie d'arc

W_{arc}

énergie électrique fournie à l'arc et convertie dans l'arc; somme des valeurs de tension d'arc instantanées multipliées par les valeurs de courant d'arc instantanées multipliées par les valeurs de temps incrémentielles au cours de la durée d'arc

NOTE L'énergie d'arc est exprimée en kJ ou kW·s.

3.4

intervalle d'arc

distance entre les électrodes d'arc

NOTE L'intervalle d'arc est exprimé en mm.

3.5

protection thermique contre l'arc

degré de protection thermique assuré contre les arcs électriques dans des conditions d'essai d'arc spécifiques

NOTE 1 Pour les matériaux, la performance thermique contre l'arc est obtenue à partir de la mesure de l'énergie transmise et par l'évaluation d'autres paramètres thermiques (temps de combustion, formation de trous, fusion).

NOTE 2 Pour les articles d'habillement, la performance thermique contre l'arc est obtenue par l'évaluation des paramètres thermiques (temps de combustion, formation de trous, fusion) et du fonctionnement des fermetures et des accessoires.

3.6

tension d'arc

tension aux bornes de l'arc

NOTE La tension d'arc est exprimée en V.

3.7

temps de combustion

durée pendant laquelle une flamme est visible après l'exposition à l'arc

NOTE Le temps de combustion est exprimé en s.

3.8

calorimètre

dispositif pour mesurer le flux thermique et l'énergie incidente

3.9

carbonisation

formation d'un résidu charbonneux résultant d'une pyrolyse ou d'une combustion incomplète

3.10

vêtement

assemblage d'articles d'habillement porté par les travailleurs

3.11

température de crête delta

ΔT_p

différence entre la température maximale et la température initiale du capteur au cours de la durée d'exposition de l'essai

NOTE 1 La température de crête delta est exprimée en °C.

NOTE 2 Le symbole ΔT_p est utilisé sans indice lors des essais avec des matériaux; un indice supplémentaire "0" est utilisé lors des essais sans matériaux pour l'étalonnage (ΔT_{p0}).

3.3**arc energy** W_{arc}

electrical energy supplied to the arc and converted in the arc; sum of the instantaneous arc voltage values multiplied by the instantaneous arc current values multiplied by the incremental time values during the arc duration

NOTE Arc energy is expressed in kJ or kW·s.

3.4**arc gap**

distance between the arc electrodes

NOTE Arc gap is expressed in mm.

3.5**arc thermal protection**

degree of thermal protection offered against electric arc under specific arc testing conditions

NOTE 1 For materials, the arc thermal performance is obtained from the measurement of the transmitted energy and by evaluation of other thermal parameters (burning time, hole formation, melting).

NOTE 2 For garments, the arc thermal performance is obtained by evaluation of thermal parameters (burning time, hole formation, melting) and of the functioning of fasteners and accessories.

3.6**arc voltage**

voltage across the arc

NOTE Arc voltage is expressed in V.

3.7**burning time**

time for which a flame is visible after arc exposition

NOTE Burning time is expressed in s.

3.8**calorimeter**

device for measuring the heat flux and incident energy

3.9**charring**

formation of carbonaceous residue as the result of pyrolysis or incomplete combustion

3.10**clothing**

assembly of garments worn by workers

3.11**delta peak temperature** ΔT_p

difference between the maximum temperature and the initial temperature of the sensor during the test exposure time

NOTE 1 Delta peak temperature is expressed in °C.

NOTE 2 The symbol ΔT_p is used without index when testing with material; an additional index "0" is used when testing without material for calibration (ΔT_{p0}).

3.12

énergie incidente à exposition directe

E_{i0}

énergie thermique ou énergie incidente émise par l'arc électrique et reçue au niveau d'un calorimètre directement exposé à l'arc sans influence du matériau; utilisée pour l'étalonnage

NOTE L'énergie incidente à exposition directe est exprimée en kJ/m^2 ou $\text{kW}\cdot\text{s/m}^2$ (cal/cm^2)²⁾.

3.13

égouttement

réponse du matériau mise en évidence par l'écoulement du polymère de la fibre

3.14

arc électrique

conduction gazeuse autonome dans laquelle la plupart des porteurs de charge sont des électrons produits par émission électronique primaire

[VEI 121-13-12]

NOTE Au cours des travaux sous tension, l'arc électrique est généré par une ionisation gazeuse suite à une connexion ou un claquage accidentels entre des parties actives ou entre une partie active et un circuit de terre d'une installation électrique ou d'un dispositif électrique. Au cours des essais, l'arc électrique est initié par l'expansion d'un fil fusible.

3.15

fragilisation

formation d'un résidu cassant résultant d'une pyrolyse ou d'une combustion incomplète

3.16

durée d'exposition

intervalle de temps d'essai total de l'observation et de la mesure

NOTE La durée d'exposition est exprimée en s.

3.17

article d'habillement

élément du vêtement, pouvant se composer d'une seule ou de plusieurs couches

3.18

flux thermique

intensité thermique d'un arc électrique, indiquée par la quantité d'énergie transmise par unité de surface et de temps

NOTE Le flux thermique est exprimé en kW/m^2 .

3.19

formation de trous

existence de trous dans le matériau de l'éprouvette d'essai, avec au moins 5 mm dans toutes les directions

3.20

inflammation

début de la combustion

2) Corrélation : $1 \text{ cal/cm}^2 = 41,868 \text{ kJ/m}^2$; $1 \text{ kJ/m}^2 = 0,023 \text{ 885 cal/cm}^2$.

3.12**direct exposure incident energy** E_{i0}

heat energy or incident energy emitted by the electric arc and received at a calorimeter directly exposed to the arc without material influence; used for calibration

NOTE Direct exposure incident energy is expressed in kJ/m² or kW·s/m² (cal/cm²)²⁾.

3.13**dripping**

material response evidenced by flowing of the fibre polymer

3.14**electric arc**

self-maintained gas conduction for which most of the charge carriers are electrons supplied by primary-electron emission

[IEV 121-13-12]

NOTE During live working, the electric arc is generated by gas ionisation arising from an unintentional electrical conducting connection or breakdown between live parts or a live part and the earth path of an electrical installation or an electrical device. During testing, the electric arc is initiated by the blowing of a fuse wire.

3.15**embrittlement**

formation of a brittle residue as the result of pyrolysis or incomplete combustion

3.16**exposure time**

total test time interval of observation and measurement

NOTE Exposure time is expressed in s.

3.17**garment**

single item of clothing which may consist of single or multiple layers

3.18**heat flux**

thermal intensity of an electrical arc indicated by the amount of energy transmitted per unit area and time

NOTE Heat flux is expressed in kW/m².

3.19**hole formation**

existence of holes in the test specimen material with minimum 5 mm in any direction

3.20**ignition**

initiation of combustion

²⁾ Correlation: 1 cal/cm² = 41,868 kJ/m²; 1 kJ/m² = 0,023 885 cal/cm².

3.21

énergie incidente

E_i

énergie thermique (chaleur totale) reçue par unité de surface par suite d'un arc électrique; mesurée comme une augmentation de la température de crête proportionnelle ΔT_p d'un capteur de calorimètre

NOTE L'énergie incidente est exprimée en kJ/m² ou kW·s/m² (cal/cm²).

3.22

matériau

tissu ou autres substances dans lequel (lesquelles) est fait l'article d'habillement, pouvant se composer d'une seule ou de plusieurs couches

3.23

réponse de matériau

réaction du matériau à un arc électrique, indiquée par les caractéristiques suivantes: temps de combustion (flamme persistante, inflammation), formation de trous, fusion, égouttement, carbonisation, fragilisation, rétrécissement, énergie transmise

3.24

fusion

réponse du matériau mise en évidence par le ramollissement et la déformation du polymère de la fibre

3.25

courant de court-circuit présumé

courant prévu circulant lorsque les électrodes d'arc sont connectées par un conducteur d'impédance négligeable (court-circuit de l'alimentation)

NOTE 1 Le courant de court-circuit présumé est exprimé en A.

NOTE 2 Il y a en général une différence entre le courant d'arc réel et le courant d'essai tel que défini. Le courant d'arc réel circulant au cours de la durée d'arc est inférieur et fluctue en raison de l'impédance d'arc non linéaire variant de façon stochastique dans le temps. Des conditions d'essai reproductibles ne peuvent être définies qu'au moyen du courant de court-circuit présumé à prévoir en cas d'électrodes d'arc connectées à impédance nulle. Ce courant de court-circuit présumé est également un paramètre qui décrit les points intéressants en pratique dans les systèmes électriques où les installations dans lesquels l'exposition à l'arc doit être prise en compte.

3.26

vêtement de protection

vêtement qui recouvre ou remplace un vêtement personnel et qui est conçu pour fournir une protection contre un ou plusieurs dangers

[Définition 3.4 de l'ISO 13688]

3.27

capteur

ensemble constitué d'un calorimètre et d'un matériau non conducteur et résistant à la chaleur, dans lequel le calorimètre est encastré

3.28

rétrécissement

réponse du matériau mise en évidence par la réduction de la taille de l'éprouvette

3.29

courbe de Stoll

courbe d'énergie thermique et de temps produite à partir de données sur la tolérance des tissus humains à la chaleur et utilisée pour prédire le déclenchement de blessures liées à une brûlure de second degré (voir Tableau 4 et Equation (1))

3.21**incident energy** E_i

heat energy (total heat) received at a unit surface area as a result of an electric arc; measured as a proportional peak temperature rise ΔT_p of a calorimeter sensor

NOTE Incident energy is expressed in kJ/m² or kW·s/m² (cal/cm²).

3.22**material**

fabric or other substances of which the garment is made, this may consist of single or multiple layers

3.23**material response**

reaction of the material to an electric arc indicated by the following characteristics: burning time (afterflame, ignition), hole formation, melting, dripping, charring, embrittlement, shrinkage, transmitted energy

3.24**melting**

material response evidenced by softening and deformation of the fibre polymer

3.25**prospective short circuit current**

predicted current flowing when the arc electrodes are connected by a conductor of negligible impedance (short-circuit of supply)

NOTE 1 Prospective short circuit current is expressed in A

NOTE 2 There is in general a difference between the actual arc current and the test current as defined. The actual arc current flowing during the arc duration is smaller and fluctuates due to the non-linear arc impedance stochastically varying with time. Reproducible test conditions may only be defined by means of the prospective short-circuit current to be expected in case of impedance-less connected arc electrodes. This prospective short-circuit current is, by the way, also a parameter which describes the practically interesting points in the electrical systems or installations where arc exposure has to be considered.

3.26**protective clothing**

clothing which covers or replaces personal clothing and which is designed to provide protection against one or more hazards

[Definition 3.4 of ISO 13688]

3.27**sensor**

assembly with a calorimeter and a non-conductive heat-resistant material in which the calorimeter is mounted

3.28**shrinkage**

material response evidenced by reduction in specimen size

3.29**Stoll curve**

curve of thermal energy and time produced from data on human tissue tolerance to heat and used to predict the onset of second-degree burn injury (see Table 4 and Equation (1))

3.30 courant d'essai

$I_{\text{arc, class}}$

courant de court-circuit présumé du circuit d'essai électrique (courant prévu), caractérisant une classe d'essai, valeur efficace (composante alternative symétrique)

NOTE Le courant d'essai est exprimé en A.

3.31 durée jusqu'à la température de crête delta

t_{max}

durée à partir du commencement de l'amorçage de l'arc jusqu'au moment où est atteinte la température de crête delta

NOTE La durée jusqu'à la température de crête delta est exprimée en s.

3.32 énergie transmise

E_{it}

énergie incidente reçue au niveau d'un calorimètre lors de l'essai de matériaux ou de vêtements; fraction de l'énergie incidente émise qui est transmise à travers l'éprouvette

NOTE L'énergie transmise est exprimée en kJ/m² ou kW·s/m² (cal/cm²).

3.33 rapport X/R

rapport de la réactance inductive du système à la résistance

NOTE Le rapport X/R est proportionnel au rapport L/R de la constante de temps et indique par conséquent le taux de décroissance de tout décalage en courant continu. Un rapport X/R élevé correspond à une constante de temps élevée et à un taux lent de décroissance.

3.34 Symboles et unités utilisés dans le présent document

E_i	énergie incidente	kJ/m ² ou kW·s/m ² (cal/cm ²) 1 cal/cm ² = 41,868 kJ/m ² ; 1 kJ/m ² = 0,023885 cal/cm ²
E_{i0}	énergie incidente à exposition directe	kJ/m ² ou kW·s/m ² (cal/cm ²)
E_{it}	énergie transmise	kJ/m ² ou kW·s/m ² (cal/cm ²)
I_{arc}	courant d'arc	A
$I_{\text{arc, class}}$	courant d'essai (courant de court-circuit présumé)	A
t_{max}	durée jusqu'à la température de crête delta	s
T_a	température ambiante	°C
T_0	température initiale du capteur	°C
W_{arc}	énergie d'arc	kJ, kW·s
ΔT_p	température de crête delta	°C
ΔT_{p0}	température de crête delta par étalonnage	°C

3.30 test current

$I_{\text{arc, class}}$

prospective short-circuit current of the electric test circuit (predicted current), characterising a test class, r.m.s. value (symmetrical AC component)

NOTE Test current is expressed in A.

3.31 time to delta peak temperature

t_{max}

time from beginning of the initiation of the arc to the time the delta peak temperature is reached

NOTE Time to delta peak temperature is expressed in s.

3.32 transmitted energy

E_{it}

incident energy received at a calorimeter when testing material or clothing; fraction of the emitted incident energy which is transmitted through the specimen

NOTE Transmitted energy is expressed in kJ/m² or kW·s/m² (cal/cm²).

3.33

X/R ratio

ratio of system inductive reactance to resistance

NOTE The X/R ratio is proportional to the L/R ratio of time constant, and is, therefore, indicative of the rate of decay of any d.c. offset. A large X/R ratio corresponds to a large time constant and a slow rate of decay.

3.34

Symbols and units used in this document

E_i	incident energy	kJ/m ² or kW·s/m ² (cal/cm ²)
		1 cal/cm ² = 41,868 kJ/m ² ;
		1 kJ/m ² = 0,023885 cal/cm ²
E_{i0}	direct exposure incident energy	kJ/m ² or kW·s/m ² (cal/cm ²)
E_{it}	transmitted energy	kJ/m ² or kW·s/m ² (cal/cm ²)
I_{arc}	arc current	A
$I_{\text{arc, class}}$	test current (prospective short circuit current)	A
t_{max}	time to delta peak temperature	s
T_a	ambient temperature	°C
T_0	initial temperature sensor	°C
W_{arc}	arc energy	kJ, kW·s
ΔT_p	delta peak temperature	°C
ΔT_{p0}	delta peak temperature by calibration	°C

4 Principe des méthodes d'essai

La méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux et la méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement couvertes par la présente norme déterminent le comportement des matériaux et des articles d'habillement lorsqu'ils sont exposés à l'énergie thermique provenant d'arcs électriques avec des caractéristiques spécifiques.

4.1 Méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux

Avec la méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux, la quantité d'énergie thermique transférée par le ou les matériaux plats est mesurée pendant et après l'exposition à un arc électrique spécifié.

La performance du matériau dans le cadre de cette procédure est déterminée à partir de la quantité de chaleur transmise à travers la ou les éprouvettes et d'autres paramètres thermiques.

Le flux thermique de l'exposition et celui transféré par la ou les éprouvettes d'essai sont mesurés avec des calorimètres de cuivre. Le degré auquel la température des calorimètres augmente représente une mesure directe de l'énergie thermique reçue.

Les données de transfert de chaleur sont utilisées pour évaluer le déclenchement d'une brûlure au second degré en utilisant la courbe de Stoll.

La réponse du matériau doit faire l'objet d'une description supplémentaire en enregistrant les effets observés de l'exposition à l'arc électrique sur les éprouvettes utilisant les caractéristiques mentionnées à la définition 3.23.

4.2 Méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement

La performance des articles d'habillement dans le cadre de cette procédure est déterminée en évaluant la fonction des vêtements de protection après une exposition à l'arc, y compris toutes les fournitures de confection, le fil de couture, les fermetures et les autres accessoires.

Avec la méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement, aucun flux thermique ne sera mesuré.

5 Signification et utilisation des méthodes d'essai

La présente norme spécifie des méthodes d'essai pour les vêtements de protection utilisés pour les travaux électrotechniques s'il y a un danger d'arc électrique accidentel.

Les méthodes d'essai mesurent la performance thermique de l'arc des matériaux et des articles d'habillement destinés à une utilisation pour les vêtements résistant à la flamme, pour les travailleurs exposés aux arcs électriques.

Avec le montage d'essai (enceinte d'essai), il est possible d'évaluer les matériaux en se basant sur l'utilisation d'un arc électrique dirigé et contraint dans des conditions de laboratoire définies. Le montage de l'enceinte d'essai est introduit pour remplir des conditions de risque typiques élevées et en particulier pour couvrir les conditions réelles d'exposition à l'arc dans les systèmes à basse tension, par exemple les boîtes de raccordement, les armoires de câbles de distribution, les postes de distribution ou des installations comparables dans lesquelles l'arc électrique est dirigé en face d'un travailleur à hauteur de son sternum. Dans ces conditions d'essai, l'énergie incidente de l'arc électrique sera supérieure à celle obtenue dans d'autres positions de travail.

NOTE Dans certaines installations électriques, les énergies d'arc réelles à prévoir peuvent être supérieures.

4 Principle of the test methods

The material box test method and the garment box test method covered by this standard determine the behaviour of materials and garments when exposed to heat energy from electric arcs with specific characteristics.

4.1 Material box test method

With the material box test method the amount of heat energy transferred by the flat material(s) is measured during and after exposure to a specified electric arc.

Material performance for this procedure is determined from the amount of heat transmitted through the specimen(s) and other thermal parameters.

The heat flux of the exposure and that transferred by the test specimen(s) are measured with copper calorimeters. The degree to which the temperature of the calorimeters increases is a direct measure of the heat energy received.

Heat transfer data is used to assess the onset of a second-degree burn using the Stoll curve.

Material response shall be further described by recording the observed effects of the electric arc exposure on the specimens using the characteristics mentioned in definition 3.23.

4.2 Garment box test method

Garment performance for this procedure is determined by evaluating the function of the protective clothing after an arc exposure including all the garment findings, sewing thread, fastenings and other accessories.

With the garment box test method, no heat flux will be measured.

5 Significance and use of the test methods

This standard specifies test methods for protective clothing used for electrotechnical work if there is a danger to an accidental electric arc.

The test methods measure the arc thermal performance of materials and garments intended for use in flame-resistant clothing for workers exposed to electric arcs.

With the test set-up (box test) it is possible to evaluate materials based on the use of a directed and constrained electric arc under defined laboratory conditions. The test box set up is introduced to meet typical high risk conditions and particularly to cover actual arc exposure conditions in low-voltage systems, e.g. service entrance boxes, cable distribution cabinets, distribution substations or comparable installations where the electric arc is directed to the front of a worker at the height of his breastbone. Under these test conditions the incident energy of the electric arc will be higher than in other working positions.

NOTE In some electrical installations the real arc energies to be expected can be higher.

Les montages d'essai maintiennent l'éprouvette dans une position statique verticale et n'impliquent aucun mouvement excepté ceux résultant de l'exposition.

Les méthodes d'essai spécifient un jeu normalisé de conditions d'exposition. Différentes conditions d'exposition peuvent entraîner des résultats plus ou moins sévères. Outre le jeu normalisé de conditions d'exposition, d'autres conditions représentatives du danger attendu peuvent être utilisées.

6 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai doit être constitué des éléments suivants:

- enceinte d'essai pour les deux méthodes;
- plaque d'essai à deux capteurs pour la méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux;
- mannequin pour la méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement;
- alimentation électrique et configuration des électrodes;
- enregistreur;
- système d'acquisition de données.

6.1 Enceinte d'essai pour les deux méthodes

L'appareillage est représenté à la Figure 1.

L'enceinte d'essai doit être en matériau non conducteur et résistant à la chaleur (par exemple plâtre).

The test set ups maintain the specimen in a static vertical position and do not involve movement except that resulting from the exposure.

The test methods specify a standard set of exposure conditions. Different exposure conditions may produce more or less severe results. In addition to the standard set of exposure conditions, other conditions representative of the expected hazard may be used.

6 Test apparatus

The test apparatus shall consist of the following elements:

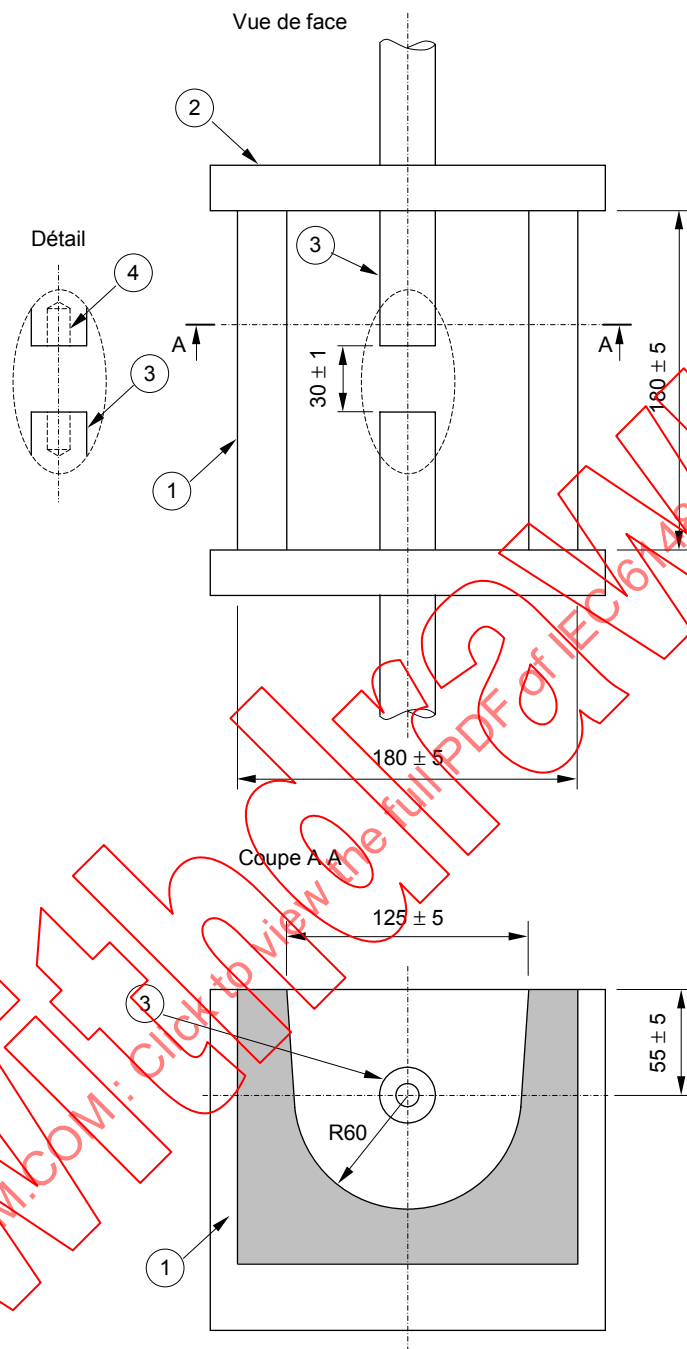
- test box for both methods;
- two-sensor test plate for material box test method;
- mannequin for garment box test method;
- electric supply and electrode configuration;
- recorder;
- data acquisition system.

6.1 Test box for both methods

The apparatus is shown in Figure 1.

The test box shall be of non-conductive heat resistant material (e.g. plaster).

Dimensions en millimètres



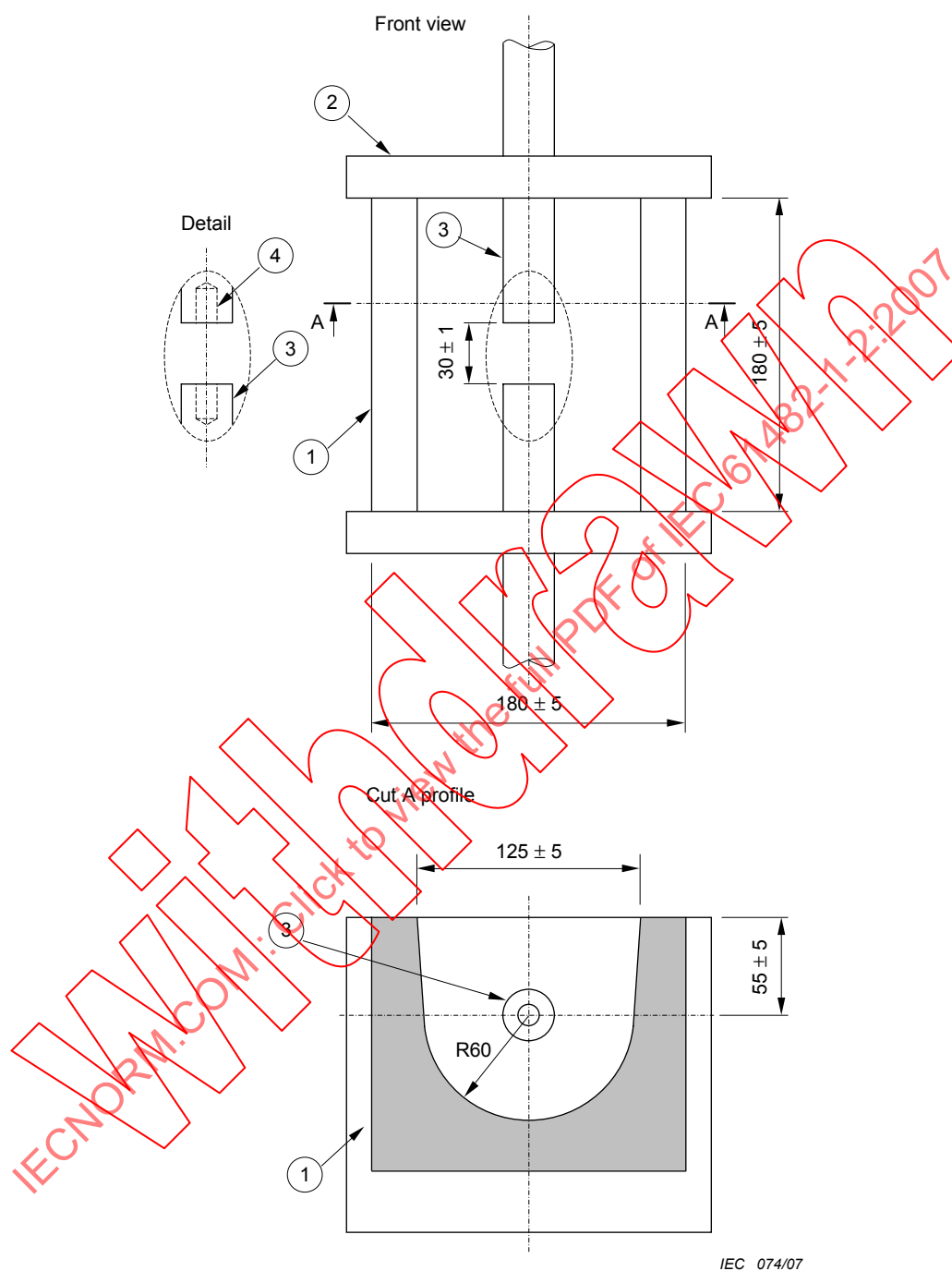
IEC 074/07

Légende

- 1 Matériau non conducteur et résistant à la chaleur (plâtre)
- 2 Plaque isolante, épaisseur > 15
- 3 Electrodes $\varnothing 25 \pm 0,1$ (aluminium au-dessus, cuivre en dessous)
- 4 Perçages $\varnothing 14 \pm 0,1$, profondeur $20 \pm 0,1$

Figure 1 – Enceinte d'essai (voir 6.1 et 6.4.3)

Dimensions in millimetres



IEC 074/07

Key

- 1 Non-conductive heat resistant material (plaster)
- 2 Insulating plate, thickness > 15
- 3 Electrodes $\varnothing 25 \pm 0,1$ (above aluminium, below copper)
- 4 Bores $\varnothing 14 \pm 0,1$, depth $20 \pm 0,1$

Figure 1 – Test box (see 6.1 and 6.4.3)

6.2 Méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux

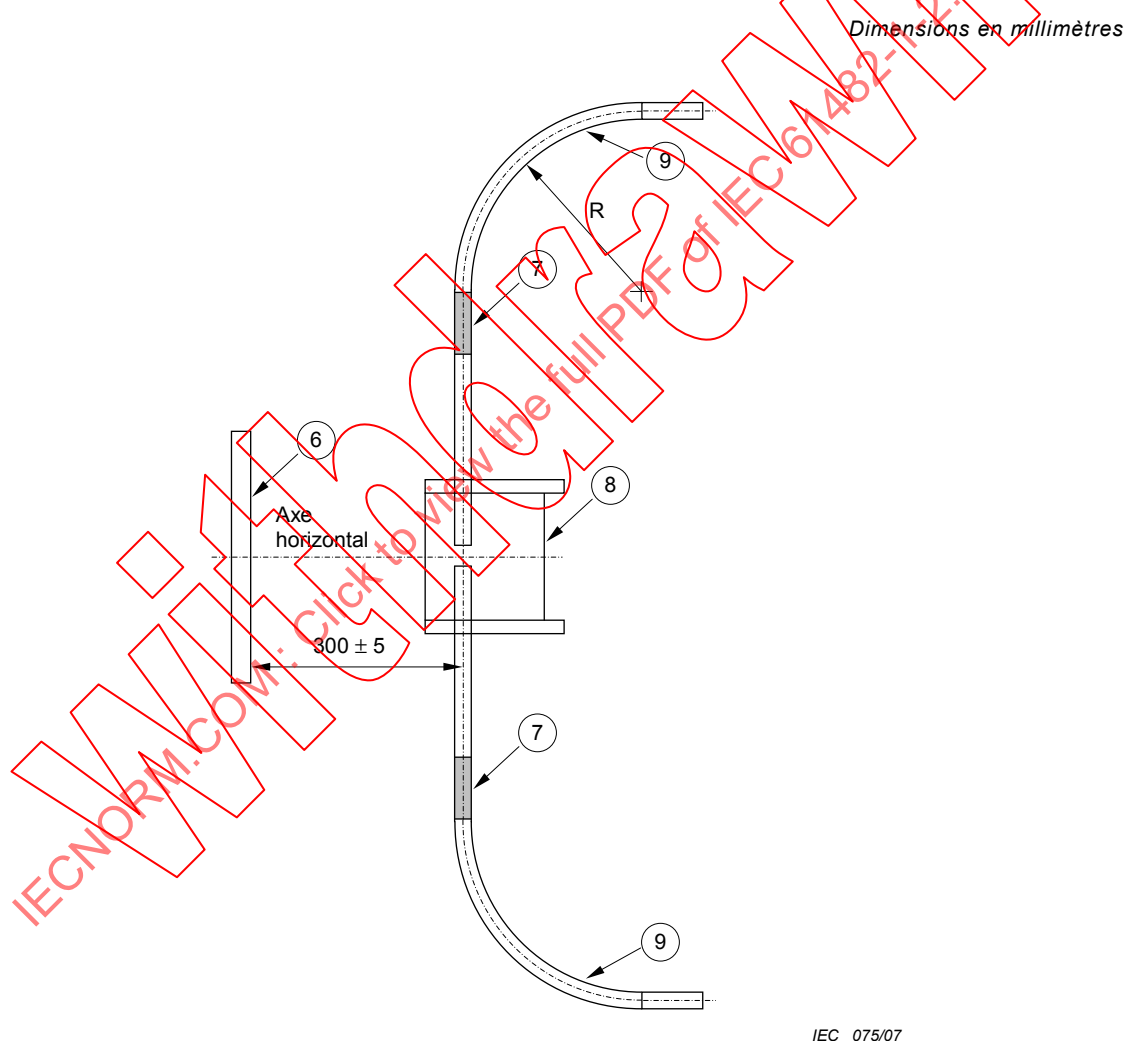
La méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux est utilisée pour mesurer et déterminer le comportement des matériaux à une exposition à l'arc lors de l'essai en une configuration plane. Une mesure quantitative de la performance thermique de l'arc est effectuée au moyen du flux thermique ou de l'énergie transmise à travers le matériau.

6.2.1 Montage de la méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux

Le montage est représenté à la Figure 2.

La distance entre l'électrode (axe) et la plaque d'essai (surface) doit être de $300 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

L'intervalle entre les électrodes doit être de $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.



Légende

- 6 Plaque d'essai avec éprouvette (400×400 , épaisseur >10) ou mannequin d'essai (torse)
- 7 Connecteur de câble
- 8 Enceinte d'essai
- 9 Câble de connexion ($R > 1\,000$)

Figure 2 – Montage d'essai (voir 6.2.1, 6.3.1 et 6.3.2)

6.2 Material box test method

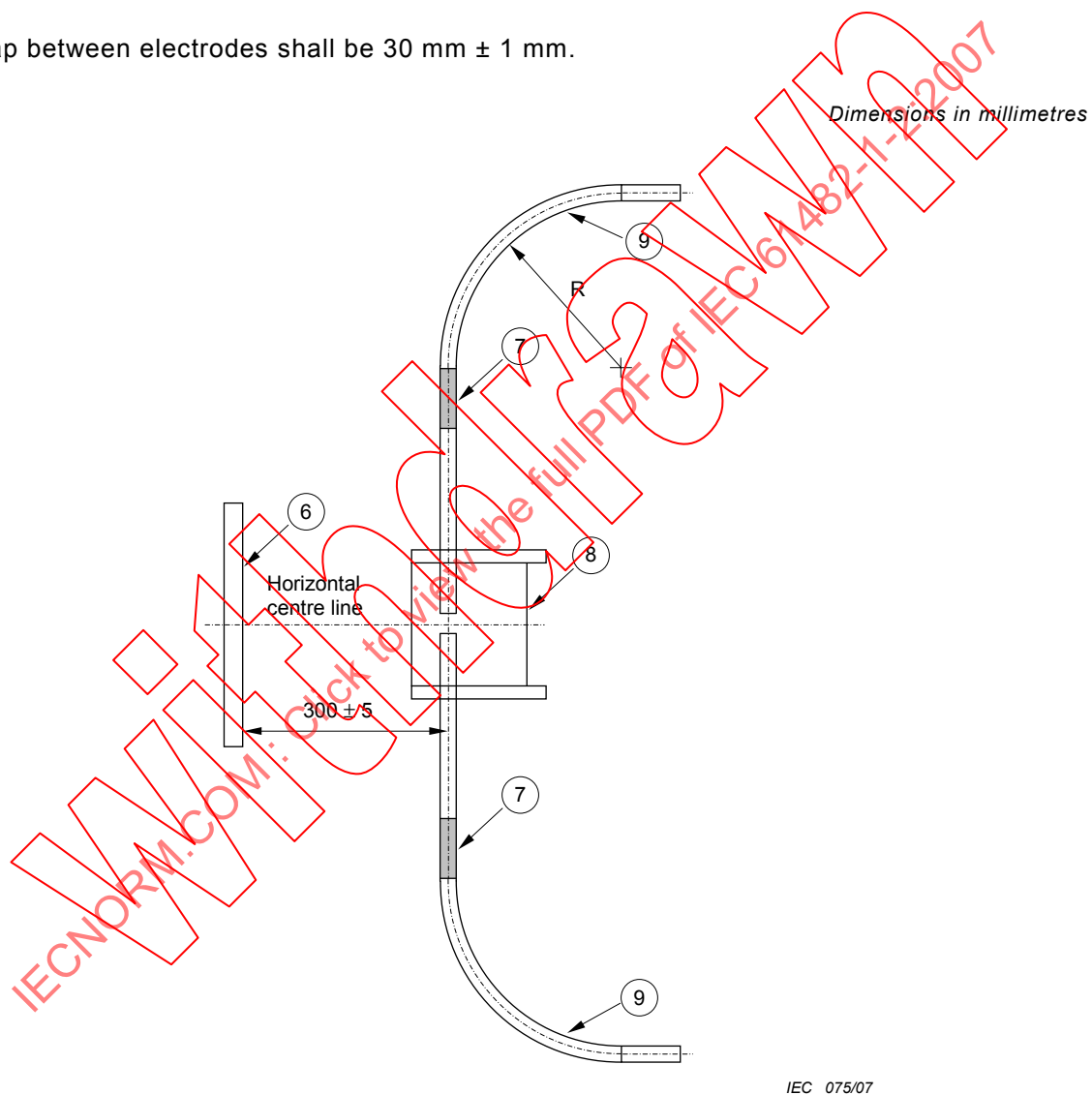
The material box test method is used to measure and find material response to an arc exposure when tested in a flat configuration. A quantitative measurement of the arc thermal performance by means of the heat flux or energy transmitted through the material is made.

6.2.1 Arrangement of the material box test method

The arrangement is shown in Figure 2.

The distance from electrode (centre line) to test plate (surface) shall be $300 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

The gap between electrodes shall be $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.



IEC 075/07

Key

- 6 Test plate with specimen (400×400 , thickness >10) or test mannequin (torso)
- 7 Cable connector
- 8 Test box
- 9 Connecting cable ($R > 1\,000$)

Figure 2 – Test set up (see 6.2.1, 6.3.1 and 6.3.2)

6.2.2 Construction de la plaque (du panneau) d'essai

La construction de la plaque d'essai est représentée à la Figure 3.

La plaque d'essai doit être en matériau non conducteur et résistant à la chaleur (par exemple plâtre).

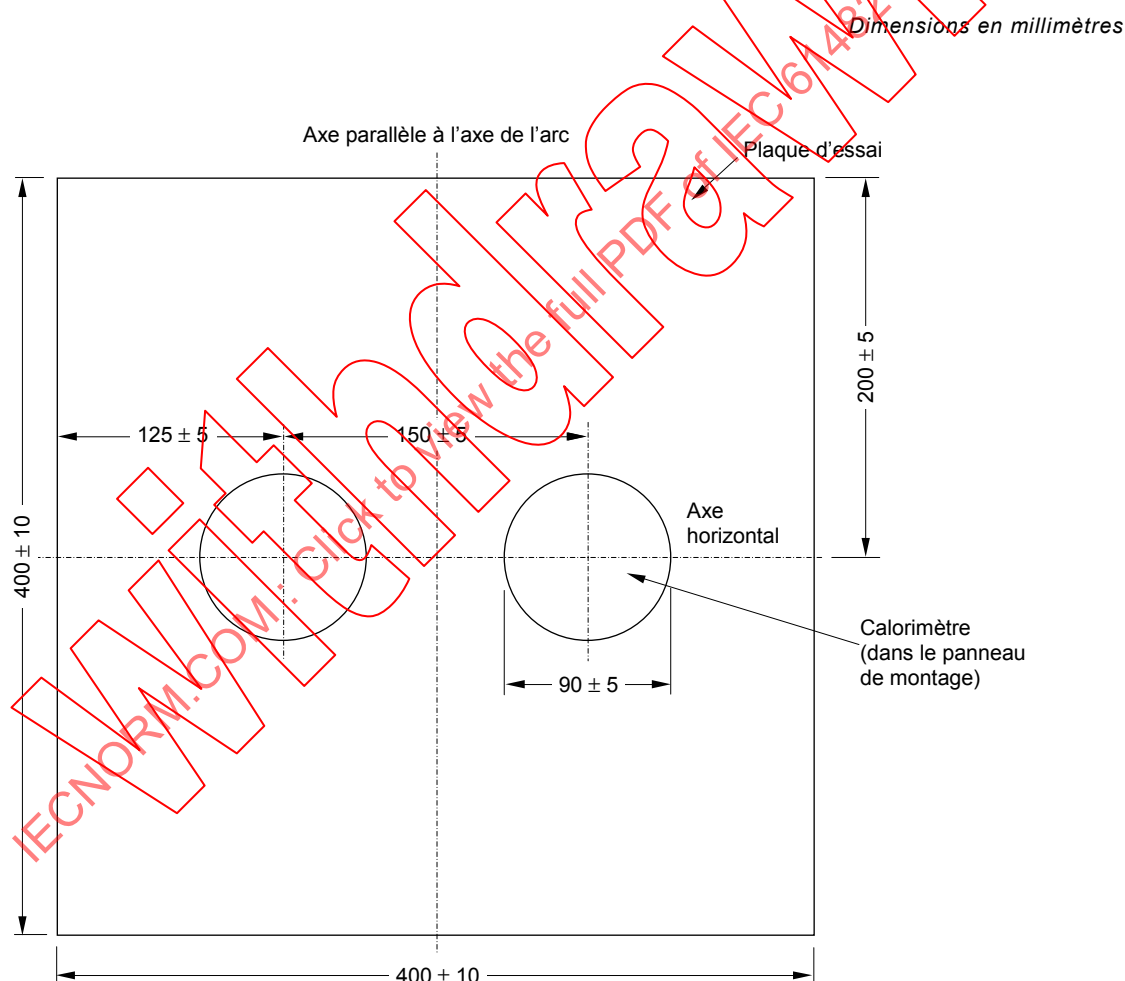
Taille: $(400 \pm 10) \text{ mm} \times (400 \pm 10) \text{ mm}$

Epaisseur: 10 mm au minimum

Capteurs: capteur avec des calorimètres conformément à l'ISO 9151, avec des thermocouples de type T, conformément à la CEI 60584-1

nombre: 2

configuration: dans la plaque d'essai, voir Figure 3.



IEC 076/07

Figure 3 – Plaque d'essai avec capteurs (calorimètre dans le panneau de montage)
(voir 6.2.2, 6.2.3 et 9.3)

6.2.2 Test plate (panel) construction

The test plate construction is shown in Figure 3.

The test plate shall be of non-conductive heat resistant material (e.g. plaster).

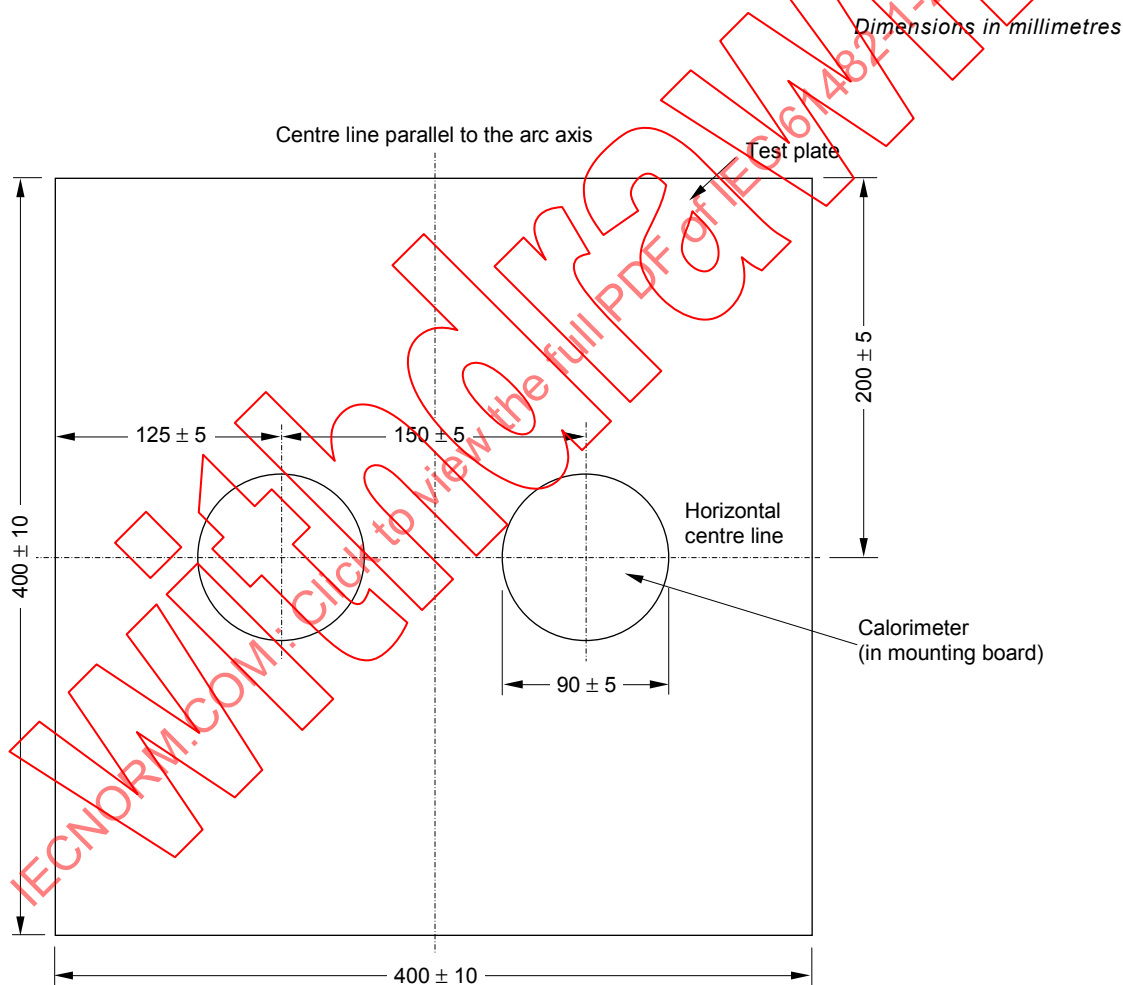
Size: $(400 \pm 10) \text{ mm} \times (400 \pm 10) \text{ mm}$

Thickness: minimum 10 mm

Sensors: sensor with calorimeters according to ISO 9151 with thermocouples type T according to IEC 60584-1

number: 2

configuration: in the test plate, see Figure 3.



IEC 076/07

Figure 3 – Test plate with sensors (calorimeter in mounting board)
(see 6.2.2, 6.2.3 and 9.3)

6.2.3 Constitution d'un calorimètre

Le calorimètre, se composant d'une plaque de cuivre ronde de 18 g, de 40 mm de diamètre, et d'un thermocouple de cuivre-constantan de type T, doit être constitué d'un cuivre de qualité. Un thermocouple à fil de cuivre-constantan (type T conformément à la CEI 60584-1) doit être monté avec le fil de constantan au centre du disque et le fil de cuivre à l'extérieur du disque. Le disque doit être encastré dans un panneau isolant. Il doit être encastré à fleur de surface du panneau de montage. La surface du disque de cuivre destinée à recevoir de la chaleur doit être recouverte d'une fine couche de couleur noire optique.

NOTE Chaque calorimètre est monté dans un capteur. Le diamètre du capteur est de 90 mm (voir Figure 3).

6.2.4 Réponse d'un capteur

La conversion de la réponse du capteur sous forme d'augmentation de température en °C en énergie thermique (énergie incidente) en unités de kJ/m^2 doit être réalisée en multipliant les valeurs de température delta par le facteur constant $5,52 \text{ kJ/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

NOTE Le facteur constant est basé sur une valeur moyenne pour la capacité thermique du cuivre C_p égale à $0,385 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ (80°C) dans la gamme de températures soumise aux essais.

6.3 Méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement

Au lieu des panneaux plats, un torse de mannequin doit être utilisé pour la méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement. La méthode est utilisée pour soumettre aux essais la fonction des vêtements de protection après une exposition à l'arc, y compris toutes les fournitures de confection, le fil de couture, les fermetures et les autres accessoires.

6.3.1 Montage de la méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement

Le montage est représenté à la Figure 2.

Au lieu de la plaque d'essai plane, un torse de mannequin doit être installé.

La distance entre l'électrode (axe) et le torse de mannequin (surface) doit être de $300 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

6.3.2 Constitution d'un mannequin

Un mannequin d'essai comprenant la partie supérieure du torse, en matériau ininflammable et non métallique, avec un tour de poitrine de $(1\,020 \pm 50) \text{ mm}$, doit être utilisé pour l'essai des articles d'habillement.

Le mannequin d'essai doit être installé de façon à ce qu'il reste en position pendant la durée de l'arc électrique.

Le mannequin d'essai doit être dressé de façon à ce que le centre de la zone du sternum soit aligné horizontalement et verticalement avec l'intervalle inter-électrodes.

6.4 Alimentation électrique et électrodes

L'alimentation électrique doit pouvoir fournir une tension de source alternative et un courant de court-circuit (composante alternative symétrique) quasiment constants au cours d'un intervalle de temps, conformément à la durée d'arc. Des fréquences de 50 Hz et de 60 Hz en courant alternatif sont autorisées.

6.2.3 Calorimeter construction

The calorimeter, consisting of a 18 g round copper plate, 40 mm in diameter, and a Copper-Constantan thermocouple T type, shall be constructed from grade copper. A copper-constantan wire thermocouple (type T according to IEC 60584-1) shall be mounted with the constantan wire in the disk centre and the copper wire outside of it. The disc shall be embedded in an insulating board. It shall be mounted flush with the surface of the mounting board. The surface area of the copper disc intended for heat receiving shall be covered by a thin layer of optical-black colour.

NOTE Each calorimeter is mounted in a sensor. The sensor diameter is 90 mm (see Figure 3).

6.2.4 Sensor response

The conversion of sensor response in form of the temperature rise in °C to heat energy (incident energy) in units of kJ/m² is to be done by multiplying the delta temperature values by the constant factor 5,52 kJ/m² °C.

NOTE The constant factor is based on an average value for the copper thermal capacity C_p , equal to 0,385 J/g°C (80°C) in the tested temperature range.

6.3 Garment box test method

Instead of flat panels, a mannequin torso shall be employed for garment box test method. The method is used to test the function of the protective clothing after an arc exposure including all the garment findings, sewing thread, fastenings and other accessories.

6.3.1 Arrangement of the garment box test method

The arrangement is shown in Figure 2.

Instead of the flat test plate a mannequin torso shall be installed.

The distance from electrode (centre line) to mannequin torso (surface) shall be 300 mm ± 5 mm.

6.3.2 Mannequin construction

A test mannequin comprised of an upper torso, made of non flammable, non metallic material with a chest measurement of (1 020 ± 50) mm shall be used for the garment test.

The test mannequin shall be arranged in such a way, that it remains in position for the duration of the electric arc.

The test mannequin shall be set up such that the middle of the sternum area is horizontally and vertically in line with the electrode gap.

6.4 Electric supply and electrodes

The electric supply shall be able to provide an almost constant a.c. source voltage and short-circuit current (symmetrical a.c. component) during a time interval according to the arc duration. Both 50 Hz and 60 Hz a.c. are allowed.

6.4.1 Circuit d'essai

Le circuit d'essai doit être réglé de sorte qu'une tension conforme à la tension d'essai apparaisse dans des conditions de circuit ouvert, et qu'un courant conforme au courant d'essai circulerait si les électrodes étaient connectées avec une impédance nulle (court-circuit). Les essais d'arc doivent être effectués pour ce réglage.

6.4.2 Commande du circuit d'essai

La tension d'essai et le courant d'essai doivent être vérifiés par des mesures. Le courant d'essai (courant de court-circuit présumé) doit être enregistré sous forme d'un oscillogramme des valeurs instantanées. Un graphique doit être tracé.

NOTE 1 Il convient d'effectuer des mesures de vérification fréquentes avant et/ou après une série d'essais d'arc. Pour les essais de court-circuit, il faut qu'une liaison de mise en court-circuit d'électrode de dimensions suffisantes soit utilisée.

La fermeture et l'interruption du circuit d'essai électrique doivent être effectuées par des disjoncteurs qui doivent être commandés conformément à la durée d'arc.

NOTE 2 Il n'existe aucune exigence particulière concernant la fermeture du circuit (phase par rapport à l'onde sinusoïdale du courant) et l'angle d'impédance ou le rapport X/R de l'impédance de source; il convient que le rapport X/R soit éventuellement compris entre 1 et 5.

6.4.3 Electrodes

Les deux électrodes doivent être constituées de tiges d'un diamètre égal à $25 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$.

L'électrode supérieure doit être constituée d'aluminium sans alliage d'une pureté d'au moins 99,5 %.

L'électrode inférieure doit être constituée de cuivre électrolytique d'une pureté d'au moins 99,5 %.

Pour les détails de la construction, voir la Figure 1.

6.4.4 Fil fusible

Un fil fusible, raccordant les extrémités des pointes d'électrodes opposées, doit être utilisé pour amorcer l'arc. Ce fil est consommé pendant l'essai; par conséquent, sa masse doit être très réduite pour diminuer le risque de brûlures avec du métal en fusion. Ce fil fusible doit être un fil de cuivre d'un diamètre nominal de 0,5 mm au maximum.

6.5 Caractéristiques de l'arc électrique

Les caractéristiques de l'arc électrique sont définies par les paramètres suivants:

Tension d'essai:	$400 \text{ V c.a.} \pm 5 \%$
Courant d'essai $I_{\text{arc,class}}$:	Classe 1: $4 \text{ kA} \pm 5 \%$ Classe 2: $7 \text{ kA} \pm 5 \%$
Durée d'arc:	$500 \text{ ms} \pm 5 \%$
Fréquence:	L'essai doit être réalisé à une fréquence de $(50 \pm 0,1) \text{ Hz}$ ou $(60 \pm 0,12) \text{ Hz}$

Ces paramètres doivent être ajustés dans les essais d'arc, les paramètres dans chaque essai d'une série étant identiques. La tension d'arc réelle et le courant d'arc réel doivent être enregistrés au cours de la durée d'arc dans chaque essai.

6.6 Système de mesure et d'acquisition de données

Le système doit pouvoir enregistrer simultanément le courant et la tension du circuit d'essai.

6.4.1 Test circuit

The test circuit shall be set so that a voltage according to the test voltage appears under open-circuit conditions, and a current according to the test current would flow if the electrodes were connected impedance-less (short-circuit). The arc tests shall be carried out for this setting.

6.4.2 Test circuit control

Test voltage and test current shall be verified by measurement. The test current (prospective short-circuit current) shall be recorded in form of an oscillogram of the instantaneous values. A graph shall be plotted.

NOTE 1 Frequent verification measurements should be carried out before and/or after a series of arc tests. For the short-circuit tests an electrode shorting link sufficiently dimensioned has to be used.

The closure and interruption of the electrical test circuit shall be done by circuit breakers which have to be controlled according to the arc duration.

NOTE 2 There are no special requirements concerning the circuit closure (angle referring the current sin-wave) and the impedance angle or ratio X/R of the source impedance; the ratio X/R should possibly range between 1 and 5.

6.4.3 Electrodes

The two electrodes shall be made of rods having $25 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ of diameter.

The top electrode shall be made of unalloyed aluminium with purity at least 99,5 %.

The bottom electrode shall be made of electrolytic copper with purity at least 99,5 %.

For details of construction, see Figure 1:

6.4.4 Fuse wire

A fuse wire, connecting the ends of opposing electrodes tips, shall be used to initiate the arc. This wire is consumed during the test; therefore, its mass shall be very small to reduce the chance of molten metal burns. The fuse wire shall be a copper wire with a nominal diameter of maximum 0,5 mm.

6.5 Electric arc characteristics

The characteristics of the electric arc are defined by the following parameters:

Test voltage:	400 V a.c. $\pm 5 \%$
Test current $I_{\text{arc,class}}$:	Class 1: 4 kA $\pm 5 \%$ Class 2: 7 kA $\pm 5 \%$
Arc duration:	500 ms $\pm 5 \%$

Frequency: The test shall be carried out at a frequency of $(50 \pm 0,1) \text{ Hz}$ or $(60 \pm 0,12) \text{ Hz}$

These parameters shall be adjusted in the arc tests, the same parameters in each test of a series. The actual arc voltage and arc current shall be recorded during the arc duration in each test.

6.6 Measurement and data acquisition system

The system shall be capable of simultaneously recording current and voltage of the test circuit.

Le taux d'échantillonnage doit être d'au moins 5 kHz.

Le courant d'arc réel et la tension d'arc réelle doivent être mesurés dans chaque essai d'arc. Leurs graphiques doivent être tracés dans le protocole.

En plus de la tension et du courant, les deux sorties de calorimètres doivent être enregistrées (méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux). Les données de température doivent être acquises à un taux d'échantillonnage minimal de 50 ms par voie pendant 30 s. Le système d'acquisition de température doit avoir une résolution d'au moins 0,1 °C.

7 Précautions

Au cours des essais, de grandes quantités d'énergie sont converties par la décharge. L'arc électrique produit une lumière très intense. La sécurité des personnes doit être garantie.

NOTE 1 Il convient que les personnes se placent derrière des barrières de protection ou à une distance de sécurité pour prévenir l'électrocution et le contact avec le métal en fusion et vaporisé. Pour observer les essais, il convient de porter des verres très teintés. Dans le cas d'essais à l'intérieur, il faut que les produits de combustion et les fumées soient évacués par ventilation après les essais et avant d'entrer dans la zone.

NOTE 2 Si nécessaire, il faut utiliser des dispositifs de protection respiratoires, par exemple des dispositifs de filtration assistés avec capuchon, ou un masque total et un filtre approprié.

L'appareillage d'essai, les électrodes et l'ensemble calorimètre deviennent chauds au cours de l'essai. Des gants doivent être utilisés lors de la manipulation de ces objets.

Des précautions doivent être prises avec les éprouvettes enflammées et les gaz de combustion. Un extincteur doit être aisément disponible.

L'alimentation électrique doit être isolée et mise à la terre de manière fiable avant que l'équipement d'essai ne soit touché pour le reconditionnement ou les modifications, etc.

8 Préparation des éprouvettes

8.1 Description des éprouvettes d'essai

8.1.1 Eprouvettes d'essai pour la méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux

A partir du matériau à soumettre aux essais, les dimensions de l'éprouvette prétraitée (voir 8.2) doivent être de 500 mm $\pm$ 2 mm de long et 500 mm $\pm$ 2 mm de large. Une série de quatre éprouvettes au minimum et cinq au maximum doit être soumise aux essais (voir 11.2).

L'éprouvette doit être coupée sur la longueur (sens de la machine) et la largeur (sens transverse) du matériau.

8.1.2 Eprouvettes d'essai pour la méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement

L'éprouvette doit être un article d'habillement (par exemple une veste) provenant du matériau d'essai, avec toutes les fournitures de confection, les fermetures et les poches normalisées incluses. Les dimensions de l'article d'habillement doivent s'adapter au mannequin. Au moins une éprouvette d'essai de l'article d'habillement doit être soumise aux essais.

The sampling rate shall be at least 5 kHz.

The actual arc current and voltage shall be measured in each arc test. Their graphs shall be plotted in the protocol.

In addition to the voltage and current the two calorimeter outputs shall be recorded (material box test method). The temperature data shall be acquired at a minimum sampling rate of 50 ms per channel for 30 s. The temperature acquisition system shall have at least a resolution of 0,1 °C.

7 Precautions

In the tests large amounts of energy are converted by the discharging. The electric arc produces very intense light. Safety of persons shall be guaranteed.

NOTE 1 Persons should be behind protective barriers or at safe distance to prevent electrocution and contact with molten and vaporised metal. For viewing, heavy tinted glasses should be used. In case of indoor tests, combustion products, smoke and fumes have to be carried away by ventilation after testing and before entering.

NOTE 2 If needed, use respiratory protective devices, e.g. power assisted filtering devices with hood or whole mask and appropriate filter.

The test apparatus, electrodes and calorimeter assembly become hot during testing. Gloves shall be used when handling these objects.

Care shall be taken with ignited specimens and combustion gases. A fire extinguisher shall be readily available.

The electric power supply shall reliably be isolated and earthed before the test equipment is touched for reconditioning or changes, etc.

8 Specimen preparation

8.1 Description of the test specimens

8.1.1 Test specimens for material box test method

From the material to be tested, the size of the pre-treated specimen (see 8.2) shall be 500 mm $\pm$ 2 mm long and 500 mm $\pm$ 2 mm wide. A series of minimum four and maximum five specimens shall be tested (see 11.2).

The specimen shall be cut in the length (machine direction) and width (cross direction) of the material.

8.1.2 Test specimens for garment box test method

Garment specimen shall be an item (e.g. jacket) made from the test material with all standard findings, fasteners and pockets included. The size of the garment shall fit to the mannequin. One test specimen of garment at a minimum shall be tested.

8.2 Conditionnement par lavage des éprouvettes d'essai

Pour les essais des matériaux ou des articles d'habillement, les éprouvettes d'essai doivent être lavées cinq fois dans une machine à laver à tambour horizontal et à chargement frontal, utilisant 1 g/l de détergent dans de l'eau douce, puis séchées conformément aux procédures de l'ISO 6330. Le lavage doit être effectué selon la procédure 2 A ($60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$) et le séchage selon la procédure E (séchage à tambour), sauf spécification contraire figurant sur l'étiquette d'entretien.

Les produits munis de l'étiquette mentionnant le nettoyage à sec uniquement doivent être nettoyés à sec cinq fois, conformément à l'ISO 3175-2.

Si le lavage est autorisé ainsi que le nettoyage à sec, l'éprouvette doit alors uniquement être lavée.

8.3 Préconditionnement des éprouvettes d'essai

Avant les essais, l'éprouvette doit être preconditionnée.

La plage de températures doit être comprise entre $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ et l'humidité relative entre 45 % et 75 %, pendant au moins 24 h.

9 Etalonnage

9.1 Pré-étalonnage du système d'acquisition de données

Le système d'acquisition de données doit être étalonné en utilisant un appareil d'étalonnage/simulateur de thermocouple. Les étalonnages pourront ainsi être effectués en de multiples points et à des niveaux supérieurs à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

9.2 Vérification de l'étalonnage du calorimètre

Les calorimètres doivent être vérifiés en vue du contrôle du fonctionnement correct. La température d'utilisation de chaque calorimètre et la réponse du système doivent être mesurées. A 30 s, aucune réponse de calorimètre ne doit varier de plus de 5 % de la moyenne à long terme des deux calorimètres. Tout calorimètre ne satisfaisant pas à cette exigence doit être remplacé.

NOTE 1 Il convient d'effectuer un étalonnage au moins à chaque jour d'essai. Une méthode acceptable consiste à exposer chaque calorimètre à une source d'énergie rayonnante fixe pendant 10 s. Par exemple, il convient de placer la surface frontale d'un projecteur de 500 W à une distance d'environ 10 mm du calorimètre. Il convient que le faisceau de lumière du projecteur soit centré sur le calorimètre et perpendiculaire à celui-ci.

NOTE 2 Avant de placer les calorimètres à l'intérieur de la plaque, il est nécessaire de mesurer la réponse de température stationnaire. Il convient d'ajuster et de mesurer à cet effet trois températures stationnaires, par exemple $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

9.3 Etalonnage de l'exposition à l'arc

Des vérifications d'étalonnage fréquentes des montages et des paramètres d'essai doivent être réalisées conformément à l'Article 6.

NOTE Placer les électrodes de l'appareillage d'essai de manière à produire un intervalle inter-électrodes de 30 mm. Il convient que le point milieu de l'intervalle inter-électrodes se trouve à la même hauteur que le point central des capteurs (voir Figure 3). Raccorder le fil fusible à l'extrémité d'une électrode en effectuant plusieurs enroulements et torsions, puis à l'extrémité de l'autre électrode par la même méthode. Il convient que le fil fusible soit tiré fermement et que l'excès soit coupé. Il convient de régler l'appareillage d'essai pour produire le courant d'arc et sa durée désirés.

8.2 Laundry conditioning of test specimens

For testing materials or garments the test specimens shall be washed five times in a front loading horizontal drum machine, using 1 g/l detergent in soft water and finally dried in accordance with the procedures of ISO 6330. Washing shall be carried out by procedure 2 A ($60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$) and drying by procedure E (tumble drying) unless otherwise specified in the care labelling.

Products which are labelled as dry cleaning only shall be dry cleaned five times in accordance with ISO 3175-2.

If washing is permitted as well as dry cleaning, then the specimen shall only be washed.

8.3 Pre-conditioning of the test specimens

Before testing the specimen shall be pre-conditioned.

The temperature range shall be between $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ and the relative humidity between 45 % and 75 % for at least 24 h.

9 Calibration

9.1 Data acquisition system pre-calibration

The data acquisition system shall be calibrated by using a thermocouple calibrator/simulator. This will allow calibrations to be made at multiple points and at levels above $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

9.2 Calorimeter calibration check

Calorimeters shall be checked to verify proper operation. The temperature use of each calorimeter and system response shall be measured. At 30 s no one calorimeter response shall vary more than 5% from the long term average of both calorimeters. Any calorimeter not meeting this requirement shall be replaced.

NOTE 1 At a minimum, calibration should be performed each testing day. One acceptable method is to expose each calorimeter to a fixed radiant energy source for 10 s. For example the front surface of a 500 W spot light should be placed at a distance of about 10 mm from the calorimeter. The spot light beam should be centred on, and perpendicular to the calorimeter.

NOTE 2 Before first placing calorimeters within the plate, the stationary temperature response needs to be measured. Three stationary temperatures, e.g. $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ should be adjusted and measured for this.

9.3 Arc exposure calibration

Frequent calibration checks of the test arrangements and parameters shall be performed in accordance to Clause 6.

NOTE Position the electrodes of the test apparatus to produce a 30 mm gap. The mid-point of the electrode gap should be at the same elevation as the centre point of the sensors (see Figure 3). Connect the fuse wire to the end of one electrode by making several wraps and twists and then to the end of the other electrode by the same method. The fuse wire should be pulled tight and the excess trimmed. The test apparatus should be adjusted to produce the desired arc current and duration.

9.4 Etalonnage du circuit d'essai électrique et essais

Des oscillogrammes d'étalonnage du courant d'essai présumé ajusté et de la tension d'essai mettant en évidence les conditions d'essai doivent être enregistrés au moins pour chaque série d'essais, avec des paramètres d'essais inchangés, au moins une fois par semaine.

Dans le cas d'essais avec l'enceinte d'essai pour les matériaux, un essai de référence sans matériau doit être effectué avant les essais, en mesurant l'énergie incidente à exposition directe E_{i0} .

Il doit être prouvé que l'énergie E_{i0} de chaque capteur se situe dans une plage de l'écart type double $\pm 2 s$ des valeurs moyennes, conformément au Tableau 1.

Tableau 1 – Valeurs moyennes confirmées statistiquement de l'énergie incidente à exposition directe

Courant d'essai	Valeur moyenne E_{i0} , kJ/m ² (cal/cm ²)	Ecart type double $\pm 2 s$ kJ/m ² (cal/cm ²)
Classe 1: 4 kA	135 (3,2)	± 56 (1,3)
Classe 2: 7 kA	423 (10,1)	± 78 (1,9)

Pour chacun des essais, les valeurs de l'énergie d'arc doivent être déterminées. Un essai n'est valable que si l'énergie d'arc W_{arc} se situe entre l'écart type double $\pm 2 s$ des valeurs moyennes, conformément au Tableau 2. Autrement, l'essai doit être répété.

Tableau 2 – Plages de l'énergie d'arc admissible

Courant d'essai	Valeur moyenne W_{arc} kJ	Ecart type double $\pm 2 s$ kJ
Classe 1: 4 kA	158	± 34
Classe 2: 7 kA	318	± 44

9.5 Confirmation du réglage de l'appareillage d'essai

Confirmer le réglage de l'appareillage d'essai pour chaque essai. Les valeurs consignées doivent être les valeurs du courant d'arc, de la durée d'arc, de l'énergie d'arc et de la tension d'arc. Un graphique du courant d'arc doit être tracé pour s'assurer de la forme d'onde appropriée. De plus, la température ambiante et l'humidité relative doivent être enregistrées. L'influence du vent ou du flux de convection d'air au cours des essais doit être évitée.

9.6 Préparation et conditionnement de l'enceinte

L'enceinte doit être préparée et conditionnée avant les essais.

NOTE L'enceinte peut être en plâtre. Pour cela, utiliser un plâtre qui donne une surface lisse et solide, par exemple un mélange à mouler réalisé à partir de poudre de céramique ou de plâtre de paris.

L'enceinte doit être sèche et « conditionnée ».

Suivre les instructions suivantes pour la préparation et le conditionnement avant les essais:

- L'enceinte doit être séchée dans une étuve à une température d'environ 60 °C pendant 12 h. Il doit être démontré que le poids et la résistance électrique de surface ne varient pas de plus de 5 % à la fin du processus de préparation.

9.4 Calibration of the electric test circuit and testing

Calibration oscillograms of the prospective test current adjusted and the test voltage proving the test conditions shall be recorded at least for each test series with unchanged test parameters, at a minimum once per week.

In the case of material box tests, before testing, a reference test without material shall be carried out by measuring the direct exposure incident energy E_{i0} .

It shall be proved that this energy E_{i0} of each sensor lies within a range of the double standard deviation $\pm 2 s$ of the mean values according to Table 1.

Table 1 – Statistically confirmed mean values of the direct exposure incident energy

Test current	Mean value E_{i0} , kJ/m ² (cal/cm ²)	Double standard deviation $\pm 2 s$ kJ/m ² (cal/cm ²)
Class 1: 4 kA	135 (3,2)	± 56 (1,3)
Class 2: 7 kA	423 (10,1)	± 78 (1,9)

For each of the tests the arc energy values shall be determined. A test is only valid if the arc energy W_{arc} ranges between the double standard deviation $\pm 2 s$ of the mean values according to Table 2. Otherwise the test shall be repeated.

Table 2 – Ranges of the permissible arc energy

Test current	Mean value W_{arc} kJ	Double standard deviation $\pm 2 s$ kJ
Class 1: 4 kA	158	± 34
Class 2: 7 kA	318	± 44

9.5 Confirmation of test apparatus setting

Confirm the test apparatus setting for each test. Values reported shall be arc current, arc duration, arc energy, and arc voltage. A graph of the arc current shall be plotted to ensure proper waveform. In addition, the ambient temperature and relative humidity shall be recorded. Influence of wind or air convection flow during testing shall be prevented.

9.6 Preparing and conditioning of the box

The box shall be prepared and conditioned before testing.

NOTE The box can be made of plaster. For this, use plaster material which gives a smooth and solid surface, e.g. moulding compound from ceramic powder or alabaster plaster.

The box shall be in a dry and “conditioned” state.

Follow these instructions for preparing and conditioning before testing:

- The box shall be dried in an oven with a temperature of about 60 °C for a period of 12 h. It shall be proved that the weight and the surface electrical resistance do not change more than 5 % at the end of the preparing process.

- Une première décharge d'arc doit ensuite être réalisée avant d'utiliser l'enceinte pour un étalonnage et des essais réguliers.

L'enceinte doit être nettoyée après une série d'essais de 10 décharges d'arc au maximum en retirant les particules métalliques et autres résidus de la surface de l'enceinte. L'enceinte doit être remplacée après 50 décharges d'arc individuelles au maximum.

10 Précautions et entretien de l'appareillage

10.1 Reconditionnement de surface des capteurs

Essuyer la face de chaque capteur immédiatement après chaque essai, tandis qu'il est chaud, pour enlever tous les produits de décomposition qui se condensent et sont susceptibles d'être une source d'erreur future. Si un dépôt se forme et s'il s'avère être plus épais qu'une couche mince de peinture, ou est irrégulier, la surface du capteur nécessite un reconditionnement. Nettoyer soigneusement le capteur refroidi avec de l'acétone ou du solvant de pétrole, en s'assurant de suivre des pratiques de manipulation en toute sécurité. Repeindre la surface avec une couche mince de peinture noire d'apprêt à haute température en atomiseur. Utiliser la même peinture sur tous les capteurs et s'assurer que la peinture est sèche avant de passer à l'essai suivant. Après chaque reconditionnement des capteurs, un étalonnage doit être réalisé.

10.2 Entretien de la plaque d'essai et des mannequins

Il est nécessaire de maintenir dans un état sec la plaque d'essai et les mannequins. Pour les essais à l'extérieur, ils doivent être couverts au cours de longues périodes entre les essais pour prévenir une augmentation excessive de la température résultant d'une exposition au soleil.

10.3 Entretien des électrodes

Les intervalles inter-électrodes doivent être maintenus à la distance requise de $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ avant chaque décharge d'arc. Les électrodes doivent être changées, si les caractéristiques de l'arc électrique ne sont pas maintenues, tel qu'exigé en 6.5 et 9.4. Toutes les décharges d'arc qui ne conservent pas les caractéristiques de l'arc électrique requises doivent être écartées.

NOTE En pratique, il a été établi qu'il convient de changer les électrodes après environ 20 décharges.

11 Procédures d'essai

11.1 Paramètres d'essai

Les paramètres d'essai donnés dans le Tableau 3 sont fixés suivant deux classes d'essais caractéristiques.

Tableau 3 – Paramètres d'essai pour les Classes 1 et 2

Classe d'essai	Courant d'essai kA	Tension d'essai V ca	Durée d'arc ms
Classe 1	$4 \pm 5 \%$	$400 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$
Classe 2	$7 \pm 5 \%$	$400 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$

L'intervalle inter-électrodes doit être de $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$; la distance entre l'axe de l'arc et la surface de la plaque d'essai ou du mannequin (torse) doit être de $300 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

- Then a first arc shot shall be made before the use of the box for regular calibration and testing.

The box shall be cleaned after a test series of maximum 10 arc shots by removing metal particles and other sediments from the box surface. The box shall be replaced after maximum 50 single arc shots.

10 Apparatus care and maintenance

10.1 Surface reconditioning of the sensors

Wipe each sensor face immediately after each test, while hot, to remove any decomposition products which condense and could be a source of future error. If a deposit collects and appears to be thicker than a thin layer of paint, or is irregular, the sensor surface requires reconditioning. Carefully clean the cooled sensor with acetone or petroleum solvent, making certain to follow safe handling practices. Repaint the surface with a thin layer of flat, black, high temperature spray paint. Use the same paint on all sensors and ensure that the paint is dry before running the next test. After each reconditioning of the sensors calibration shall be done.

10.2 Care of test plate and mannequin

Test plate and mannequin shall be kept dry. For outdoor tests, they shall be covered during long periods between tests to prevent excess temperature rise resulting from exposure to the sun.

10.3 Care of electrodes

The electrodes gaps shall be maintained to the required distance of $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ before each arc shot. The electrodes shall be changed, if the electric arc characteristics are not maintained as required in 6.5 and 9.4. Any arc shots which do not maintain the required electric arc characteristics shall be discarded.

NOTE In practice it was found that electrodes should be changed after about 20 shots.

11 Test procedures

11.1 Test parameters

The test parameters indicated in Table 3 are fixed following two characteristic test classes.

Table 3 – Test parameters for Classes 1 and 2

Test class	Test current kA	Test voltage V ac	Arc duration ms
Class 1	$4 \pm 5 \%$	$400 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$
Class 2	$7 \pm 5 \%$	$400 \pm 5 \%$	$500 \pm 5 \%$

Gap of the electrodes shall be $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, the distance between the arc centre line and the test plate or mannequin (torso) surface shall be $300 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

11.2 Nombre d'essais

Une série de quatre éprouvettes doit être soumise aux essais avec la méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux. L'essai doit être considéré satisfaisant si les quatre éprouvettes obtiennent des résultats positifs. Dans le cas d'une défaillance d'une seule des quatre éprouvettes, une cinquième éprouvette doit être soumise aux essais. L'essai doit être considéré satisfaisant si la cinquième éprouvette obtient un résultat positif. L'essai doit être considéré non satisfaisant si la cinquième éprouvette obtient un résultat négatif.

Au moins une éprouvette d'essai de l'article d'habillement doit être soumise aux essais avec la méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement.

11.3 Conditions d'essais et température initiale

L'essai doit être effectué comme un essai à l'intérieur ou à l'extérieur, à une température ambiante T_a comprise entre 15 °C et 35 °C et à une humidité relative comprise entre 25 % et 75 %.

Les essais à l'intérieur doivent être effectués sans ventilation au cours de la procédure d'essai. Lors des essais à l'extérieur, des moyens appropriés sont requis afin d'éviter les effets du vent, de la pluie, etc.

Les essais doivent commencer 5 min au maximum après le retrait de l'éprouvette en essai de l'atmosphère de préconditionnement.

Les capteurs doivent être à une température initiale comprise entre 15 °C et 35 °C. La température ambiante T_a et la température initiale des capteurs T_0 doivent être mesurées. Il faut garantir que la température initiale des capteurs (pour la mesure de la différence de température au moyen des thermocouples) se situe dans une tolérance de $T_0 = T_a \pm 2$ °C pour les séries d'essais. Les produits de décomposition doivent être retirés. La surface active du capteur doit être remise en état fréquemment en réappliquant de la peinture noire.

NOTE Si nécessaire, il convient que les capteurs soient refroidis à l'aide d'un jet d'air ou par contact avec une surface froide. Si les produits de décomposition condensés deviennent plus épais que la couche de peinture, il convient que le capteur refroidi soit nettoyé avec de l'acétone ou du solvant de pétrole. Il convient de repeindre la surface avec de la peinture de couleur noire. Il convient d'utiliser la même couleur pour tous les capteurs (voir aussi 10.1).

11.4 Montage de l'éprouvette

11.4.1 Méthode de l'enceinte d'essai pour les matériaux

L'éprouvette de 500 mm × 500 mm doit être mise à plat, avec un contact optimal avec la plaque d'essai. Le matériau suspendu doit être fixé à l'arrière de la plaque d'essai. Il faut s'assurer qu'il n'y a aucune extension ni aucune précontrainte des éprouvettes.

11.4.2 Méthode de l'enceinte d'essai pour les articles d'habillement

Le mannequin doit porter un article d'habillement (par exemple une veste) qui s'adapte à ses dimensions. Toutes les fermetures doivent être fermées. L'avant de l'article d'habillement doit être en contact étroit avec le mannequin. Les manches doivent pendre sur les côtés du mannequin et ne doivent pas avancer plus près vers l'arc que la zone du thorax. L'essai doit ensuite commencer.

11.5 Description de l'éprouvette

Les données d'éprouvette consignées doivent inclure les informations suivantes:

- le numéro d'identification;
- l'ordre de pose en énumérant d'abord la couche extérieure;